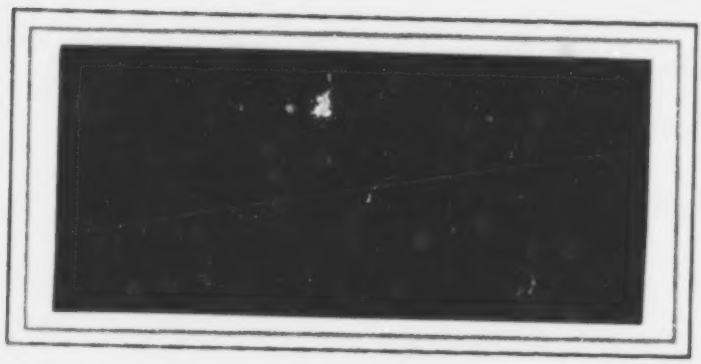
WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.



RAPPORT D'ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT D'UN PROJET D'EXPLOITATION À CIEL OUVERT PRÈS DU LAC UPSALQUITCH

LE 25 JANVIER 1990

PRÉPARÉ POUR : MARSHALL MINERALS CORP.

PRÉPARÉ PAR : WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.
123, rue York
Fredericton (N.-B.)
Canada E3B 3N6

CONSEILLERS SPÉCIALISTES : NEIL D.S. WESTOLL & ASSOCIATES LTD.
GEMTEC LTD.
K.D. PHINNEY, P.ENG.
R.A. CURRIE

WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.

123 York Street
Fredericton, New Brunswick
E3B 3N6
Tel.: (506) 458-1000
Fax: (506) 450-0829

1990 01 25

Dossier : MMD-89-1

M. Harry Quint
Marshall Minerals Corporation
Casier postal 356
4776, rue Bridge
Niagara Falls, Ontario
L2E 6T8

Monsieur Quint,

Washburn & Gillis Associates Ltd. est heureux de vous soumettre le présent rapport d'étude d'impact sur l'environnement du projet d'exploitation à ciel ouvert près du Lac Upsalquitch. Le rapport a été préparé conformément aux lignes directrices émises le 30 juin 1989 par le ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick.

Le présent rapport se fonde sur les renseignements préliminaires contenus dans un document connexe intitulé «Draft EIA Report for the Proposed Restigouche Deposit Mining Project» publié le 11 août 1989 et préparé par K.D. Phinney, P.Eng. Nous remercions également Neil D.S. Westoll & Associates Ltd., GEMTEC Ltd. et M. R.A. Currie pour leur aide précieuse.

.../2

L'approche interactive entre Washburn & Gillis Associates Ltd. et votre équipe de conseillers spécialistes a permis d'assurer que les mesures nécessaires à l'atténuation des préoccupations environnementales soient prévues dans toutes les phases du projet. Le rapport comprend une description du projet et l'infrastructure connexe, le milieu écologique, l'identification des préoccupations environnementales associées au projet dans le milieu décrit, l'identification des mesures d'atténuation permettant d'adresser les préoccupations relatives à chacune des phases du projet : construction et aménagement, exploitation et post-exploitation; et finalement l'élaboration d'un plan de surveillance afin d'assurer le respect des objectifs établis dans le rapport d'étude d'impact sur l'environnement et de mesurer l'exactitude des résultats prévus.

Nous sommes entièrement à votre disposition si vous désirez discuter des différents aspects du présent rapport.

Veuillez agréer, Monsieur Quint, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Le vice-président,

Robert Hutt

Robert Hutt, P.Eng.

RH/cjy

p.j.

c.c. Dr Neil Westoll

TABLE DES MATIERES

		PAGE
LETTRE DE PRÉSENTATION		ii
TABLE DES MATIÈRES		iv
LISTE DES TABLEAUX		xi
LISTE DES FIGURES		xiii
1.0	SOMMAIRE ET PRINCIPALES CONSTATATIONS	1-1
1.1	Résumé des principales constatations	1-5
2.0	INTRODUCTION	2-1
2.1	Historique de Marshall Minerals	2-1
2.2	Emplacement et description du gisement	2-2
	2.2.1 Emplacement	2-2
	2.2.2 Description	2-2
2.3	Raison d'être du projet	2-4
	2.3.1 Faisabilité économique	2-4
	2.3.2 Dispositions prises pour le traitement à l'extérieur du site	2-5
	2.3.3 Comparaison avec d'autres mises en exploitation	2-9
2.4	Considérations de rechange	2-9
	2.4.1 Méthodes d'exploitation de rechange	2-9
	2.4.1.1 Coûts comparatifs	2-10
	2.4.2 Options de traitement de rechange	2-12
	2.4.2.1 Coûts comparatifs	2-16

		PAGE
2.4.3	Solutions de rechange pour l'élimination des boues	2-16
2.4.3.1	Coûts comparatifs	2-18
2.4.4	Solutions de rechange pour la remise en valeur du site	2-19
2.4.4.1	Coûts comparatifs	2-21
2.4.5	Sommaire	2-22
2.5	Règlements relatifs à l'environnement	2-23
2.6	Méthodologie relative à l'étude	2-24
2.6.1	Démarche visant à définir le projet	2-24
2.6.2	Méthode visant l'identification des composantes valorisées d'un écosystème	2-25
2.6.3	Méthode relative à la délimitation	2-26
2.6.3.1	Limites temporelles	2-26
2.6.3.2	Limites spatiales	2-26
2.6.4	Méthode relative à l'assemblage et à l'évaluation des données	2-27
3.0	DESCRIPTION DU PROJET	3-1
3.1	Plan de la mine	3-3
3.1.1	Plan d'exploitation	3-6
3.1.2	Installations sur place	3-6
3.2	Plan de gestion des déchets	3-8
3.2.1	Potentiel de production d'acides	3-9
3.2.2	Sources potentielles de déchets	3-11
3.2.3	Manipulation et traitement des déchets	3-12

		PAGE
3.3	Installations externes	3-23
	3.3.1 Dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte	3-23
	3.3.2 Voie de camionnage	3-24
3.4	Plan de remise en valeur du site	3-26
3.5	Coûts du projet	3-33
	3.5.1 Coûts d'exploitation	3-33
	3.5.2 Coûts de maintenance et frais d'exploitation	3-34
	3.5.3 Coûts inhérents à la remise en valeur du site	3-35
	3.5.4 Besoins en main-d'oeuvre	3-36
	3.5.4.1 Construction	3-36
	3.5.4.2 Exploitation	3-36
4.0	MILIEU BIOPHYSIQUE	4-1
4.1	Milieu terrestre	4-1
	4.1.1 Description du site minier	4-1
	4.1.2 Description de la région de la route de camionnage	4-3
	4.1.3 Utilisation des terres	4-3
	4.1.3.1 Baux de concession forestière	4-4
	4.1.3.2 Chasse	4-4
	4.1.3.3 Piégeage	4-7
	4.1.3.4 Baux de terrains de camping	4-7
	4.1.3.5 Baux d'exploitation d'une érablière	4-8
	4.1.3.6 Réserves écologiques	4-8
	4.1.3.7 Cueillette des crosses de fougère	4-9
	4.1.3.8 Utilisation récréative non-consommatrice	4-9
	4.1.3.9 Richesses du patrimoine	4-10
	4.1.4 Géologie et hydrogéologie	4-10

PAGE

4.1.4.1 Géologie des formations superficielles 4-10
4.1.4.2 Géologie du soubassement 4-16
4.1.4.3 Hydrogéologie 4-18

4.2 Milieu aquatique 4-28

4.2.1 Ressources en eau de surface 4-29

4.2.1.1 Qualité de l'eau 4-30
4.2.1.2 Géochimie des sédiments 4-34

4.2.2 Habitat aquatique 4-36
4.2.3 Ressources aquatiques 4-40

4.2.3.1 Ressources halieutiques 4-40
4.2.3.2 Invertébrés benthiques 4-46

4.3 Résumé des données de base pertinentes 4-47

5.0 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - AMÉNAGEMENT ET CONSTRUCTION 5-1

5.1 Installations sur place 5-1

5.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur le milieu terrestre 5-9

5.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques 5-10

5.2 Installations externes 5-11

5.2.1 voie de camionnage 5-11
5.2.2 Détournement du ruisseau Charlotte 5-11

5.2.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques 5-12
5.2.2.2 Caractérisation de l'habitat 5-14

		PAGE
6.0	ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - EXPLOITATION	6-1
6.1	Effluents de déchets liquides	6-2
	6.1.1 Effets potentiels du drainage acide de mine sur les ressources en eau et sur le milieu aquatique	6-2
	6.1.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels	6-7
	6.1.2 Effets potentiels d'autres rejets de déchets liquides sur les ressources aquatiques	6-12
	6.1.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels	6-12
6.2	Explosion	6-13
	6.2.1 Effets potentiels sur les ressources aquatiques	6-13
	6.2.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques	6-16
	6.2.2 Effets potentiels sur les matériaux adjacents à la mine	6-18
	6.2.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les matériaux adjacents à la mine	6-18
6.3	Effets potentiels de la dérivation d'un cours d'eau sur le réseau d'eaux souterraines	6-19
	6.3.1 Atténuation proposée et effets résiduels	6-21
6.4	Transport du minerai par camion	6-22
	6.4.1 Déversements en cours de transport	6-22

PAGE

6.4.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels 6-22

6.5 Arrêt de l'exploitation 6-23

6.5.1 Défaillance des systèmes 6-23

6.5.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur le milieu terrestre 6-24

6.5.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels sur l'environnement aquatique 6-24

6.5.2 Perte du support de traitement 6-25

6.6 Effets socio-économiques 6-26

6.6.1 Possibilités d'emploi 6-26
6.6.2 Dépenses relatives à l'exploitation et à l'entretien 6-27
6.6.3 Effets économiques 6-32

6.7 Effets cumulatifs 6-29

7.0 ÉVALUATION POST-EXPLOITATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT 7-1

7.1 Remise en valeur 7-1

7.1.1 Mesures de remise en valeur 7-1

7.1.1.1 Saturation des sulfures 7-2
7.1.1.2 Sulfures exposés dans la paroi de la carrière 7-5

7.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels 7-8
7.1.3 Programme de gestion des pêches proposé 7-12
7.1.4 Programme de surveillance proposé 7-14

		PAGE
7.2	Effets socio-économiques	7-16
	7.2.1 Possibilités d'emploi	7-17
	7.2.2 Effets sociaux	7-18
8.0	PROGRAMME DE SURVEILLANCE PROPOSÉ	8-1
8.1	Introduction	8-1
8.2	Vérification du degré de conformité	8-1
8.3	Contrôle des effets sur l'environnement	8-3
9.0	RÉFÉRENCES	9-1

ANNEXES

Annexe A	Rapport Micon
Annexe B	Réunion publique - 6 juillet 1989
Annexe C	Essais de production d'acides
Annexe D	Registres de puits de recherche et essais sur échantillons de sol
Annexe E	Analyse de la qualité du roc
Annexe F	Registres de puits
Annexe G	Résultats des essais de poupage
Annexe H	Données sur la qualité de l'eau
Annexe I	Composition géochimique des alluvions
Annexe J	Description de l'habitat

LISTE DES TABLEAUX

		PAGE
Tableau 2-1	Méthodes d'exploitation de rechange	2-11
Tableau 3-1	Plan d'exploitation global	3-7
Tableau 3-2	Production prévue de boues	3-20
Tableau 3-3	Quantités prévues de concentré	3-20
Tableau 3-4	Débit nominal de l'effluent - En opération et après la remise en état	3-23
Tableau 3-5	Projet de Restigouche - Résumé du calendrier d'exploitation préliminaire	3-29
Tableau 3-6	Besoins prévus en main-d'oeuvre pour l'exploitation de la mine	3-37
Tableau 4-1	Sommaire des données recueillies dans les puits de recherche	4-13
Tableau 4-2	Résultats des essais de conductivité hydraulique - Morts-terrains	4-15
Tableau 4-3	Données sur l'espacement des fractures - Trous de mine sélectionnés	4-22
Tableau 4-4	Résultats des essais de pompage	4-23
Tableau 4-5	Niveaux d'eau dans les forages d'exploration - 9 décembre 1988 et 20 avril 1989	4-25
Tableau 4-6	Composition chimique de l'eau - échantillons prélevés les 2, 3 et 4 mai 1989	4-27
Tableau 4-7	Débit nominal - ruisseau Charlotte	4-31

		PAGE
Tableau 4-8	Résumé - Données sur la qualité de l'eau de surface. Période d'échantillonage: septembre 1988, juin, juillet, août 1989	4-35
Tableau 4-9	Sommaire des résultats de la pêche à l'électricité pour les sites dans le voisinage de la propriété Restigouche, 28-29 juin 1989	4-42
Tableau 5-1	Effets de divers types de bruits de source humaine sur certaines espèces fauniques	5-7
Tableau 6-1	Effets potentiels des fuites sur la qualité de l'eau	6-5
Tableau 6-2	Effets potentiels des décharges insuffisamment traitées sur la qualité de l'eau	6-5
Tableau 6-3	Règlements sur les effluents liquides	6-9
Tableau 6-4	Niveaux visés pour les paramètres de l'effluent de l'installation de traitement	6-9
Tableau 6-5	Effets potentiels des métaux résiduels de l'effluent déchargés dans le ruisseau Charlotte	6-10
Tableau 8-1	Programme de surveillance proposé	8-4

LISTE DES FIGURES

		PAGE
Figure 1-1	Emplacement du site	1-2
Figure 2-1	Plan de position	2-6
Figure 3-1	Projet de Restigouche-emplacement	3-2
Figure 3-2	Dessin de disposition générale	3-4
Figure 3-3	Production des eaux usées	3-15
Figure 3-4	Schéma de principe-réseau initial pour l'épuration des eaux acides	3-17
Figure 3-5	Schéma de principe - réseau d'épuration des eaux acides	3-19
Figure 3-6	Route de camionnage proposée	3-25
Figure 3-7	Plan de remise en valeur de la carrière	3-28
Figure 3-8	Section 3033 MN-quadrillage opposé nord	3-31
Figure 4-1	Emplacement des utilisations spécifiques des sols et des composants du milieu aquatique	4-5
Figure 4-2	Plan d'ensemble détaillé	4-12
Figure 4-3	Hydrogéologie du gisement de Restigouche - section interprétée	4-17
Figure 4-4	Plan des niveaux géologiques	4-20
Figure 4-5	Surface piézométrique	4-26
Figure 4-6	Emplacements des sites d'échantillonnage	4-32
Figure 5-1	Niveaux de bruit communs et réactions typiques	5-3

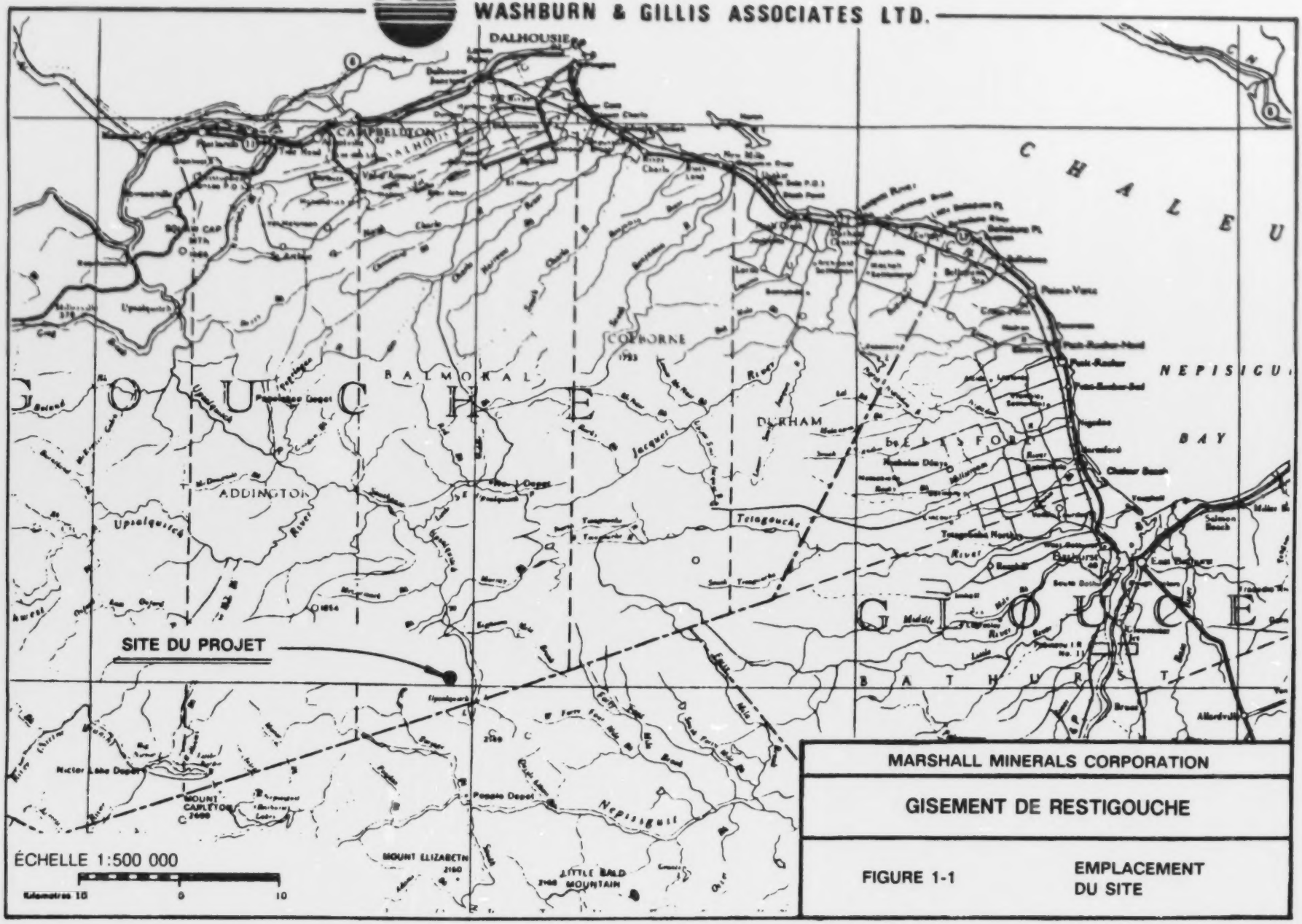
1.0 SOMMAIRE ET PRINCIPALES CONSTATATIONS

En soumettant le présent rapport d'évaluation de l'impact sur l'environnement à l'approbation du ministère des Affaires municipales et de l'Environnement (MAME) du Nouveau-Brunswick, Marshall Minerals Corp. (Marshall) demande la permission d'exploiter une mine de métaux de base à ciel ouvert, située au nord-est du Nouveau-Brunswick (figure 1-1). Le rapport a été préparé conformément aux exigences du règlement relatif à l'évaluation de l'impact sur l'environnement de la Loi sur l'assainissement de l'environnement du Nouveau-Brunswick.

Le présent rapport donne les résultats d'une évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) menée conformément aux lignes directrices émises par le MAME en vertu du réglement sur l'EIE du Nouveau-Brunswick et cela, pour évaluer les intérêts environnementaux associés à la construction et à l'exploitation du gisement en question. Le but de l'EIE est de communiquer aux décideurs les renseignements inhérents à la planification du projet, au projet lui-même et aux risques et avantages écologiques qui y sont associés. Le présent sommaire traite des éléments importants contenus dans le rapport, y compris les principales constatations.

Le présent rapport comprend sept autres sections.

WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.



MARSHALL MINERALS CORPORATION

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

FIGURE 1-1 EMPLACEMENT DU SITE

La section 2.0 comprend l'introduction et la méthode d'évaluation de l'environnement. Elle comprend également une justification du projet, une description des solutions prévues pour la conception de la méthode de planification et de l'évaluation environnementale en fonction de l'EIE. À cette fin, une équipe de spécialistes a identifié les composantes environnementales les plus susceptibles d'être touchées par le projet (y compris les composantes biophysique et socio-économique). Les renseignements recueillis sur ces composantes ont permis d'évaluer les risques et les avantages inhérents à chacune des composantes. Pendant toute la durée du projet, les membres de l'équipe de spécialistes et le groupe de Marshall affecté au projet ont travaillé en étroite collaboration. Celle-ci a fait en sorte que les plans du projet comportent des particularités de nature à minimiser les effets sur l'environnement.

La section 3.0 porte sur la description conceptuelle du projet et les renseignements socio-économiques connexes. Elle décrit également la nouvelle mine et les infrastructures connexes de même que les principales composantes du projet et les installations relatives à la gestion des déchets. Les installations externes comprennent l'amélioration de la voie d'accès existante et la dérivation d'une section du bras nord du ruisseau Charlotte situé aux alentours de la mine.

La section 4.0 traite des renseignements afférents à la composition biophysique. Celle-ci comprend un résumé des milieux terrestres et aquatiques pouvant être touchés par le projet. La description du milieu terrestre passe en revue les ressources

existantes d'eaux souterraines, de la géologie, de la flore et de la faune. La description du milieu aquatique résume la biologie des zones pouvant être touchées (en mettant l'accent sur les populations de poissons) et comprend une description de l'hydrologie, de la chimie des sédiments et de la qualité de l'eau ambiante.

La section 5.0 traite des impacts reliés à la conception et à la construction de la mine, et porte surtout sur les impacts inhérents à sa construction. Elle inclue des renseignements relatifs aux effets probables sur les milieux terrestres et aquatiques et les mesures nécessaires pour les atténuer.

La section 6.0 traite des impacts inhérents à l'exploitation de la mine, exploitation susceptible de créer des emplois sur place et au niveau régional. La présente section comprend les renseignements afférents aux impacts potentiels sur les ressources aquatiques et terrestres. Les mesures d'atténuation nécessaires à la protection de l'environnement y sont décrites.

La section 7.0 traite des impacts inhérents à la post-exploitation (remise en valeur du site). Elle fournit des renseignements relatifs aux effets probables sur l'environnement durant la post-exploitation à long terme de la mine. Elle renferme également des détails relatifs au plan de remise en valeur proposé.

La section 8.0 expose le plan de surveillance de la construction, de l'exploitation et de la post-exploitation des installations proposées. Ce plan décrit la surveillance visant à assurer la conformité aux règlements existants relatifs à l'environnement, ainsi que la surveillance des effets probables sur l'environnement identifiés en cours de route.

1.1 Résumé des principales constatations

L'évaluation de l'impact sur l'environnement a été préparée conformément aux lignes directrices contenues dans le "Guidelines for an Environmental Impact Assessment of an Open Pit Mining Project near Upsalquitch Lake by Marshall Minerals Corporation". Ces directives ont été publiées par le ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick le 30 juin 1989.

Principales constatations de l'EIE:

1. Le gisement de sulfure massif de Restigouche renferme des minerais de zinc, de plomb, d'argent, de cuivre et d'or. La quantité de minerai commercialement exploitable par une mine à ciel ouvert est évaluée à environ un million de tonnes. L'on suppose l'existence d'une réserve marginale supplémentaire de 600 000 t, mais la minéralisation de cette réserve n'a pas été définie à un niveau suffisant pour permettre d'en évaluer les retombées économiques.

2. Le gisement s'étend en partie sous les bras nord et sud du ruisseau Charlotte. En raison de la sensibilité de l'environnement de la région de Restigouche, Marshall a décidé de ne pas demander la permission d'exploiter le minerai qui s'étend sous le bras sud. La dérivation du bras nord incomporera l'amélioration de l'habitat du poisson pour remplacer l'habitat détruit.

3. Les renseignements relatifs aux domaines technique, écologique et économique ont permis de déterminer que l'exploitation à ciel ouvert est la méthode recommandée pour l'extraction du minerai.

4. Le gisement de Restigouche, tel qu'il se présente, n'est pas suffisamment de taille à justifier la construction sur place d'une installation de flottation spécialisée. Des dispositions ont donc été prises pour traiter le minerai au East West Minerals Ltd. Caribou Mill situé à proximité, ou à la mine Heath Steele située au nord de Newcastle (Nouveau-Brunswick).

5. Deux solutions de remise en valeur du site ont été considérées : le remplissage ou l'inondation de la mine à ciel ouvert. Des considérations d'ordres technique, écologique et économique ont permis de déterminer que la méthode recommandée pour la remise en valeur de la mine comprend le transfert de la gangue et la boue productrices d'acides dans la mine à ciel ouvert, le recouvrement des déchets par

une couche de mort-terrain pour réduire la diffusion d'oxygène, l'inondation du trou de mine, la remise en état des surface détériorées et la mise sur pied d'un plan de gestion des pêches dans le trou inondé.

6. L'exploitation du gisement de Restigouche suppose la collecte et le traitement des eaux de drainage acides et métalliques. Des dispositions prévoient le traitement sur place des eaux de drainage et l'élimination des boues.

7. Toutes les installations de stockage de la gangue et de la boue génératrices d'acides, de contrôle et de traitement des eaux de drainage doivent être situées sur la pente de la mine à ciel ouvert. Les déversements ou les écoulements accidentels des eaux de drainage doivent donc avoir lieu dans la mine ouverte et non dans le ruisseau Charlotte.

8. Les installations de traitement doivent être conçues pour protéger la qualité des eaux du ruisseau Charlotte, quelles que soient les conditions d'écoulement.

9. L'écoulement en surface à partir de régions perturbées doit être recueilli et acheminé vers les bassins de sédimentation pour assurer des niveaux acceptables de matières en suspension avant le déchargement dans le ruisseau Charlotte.

10. Les préoccupations environnementales identifiées qui sont inhérentes à la conception et à la construction du projet comprennent :

- les effets des bruits de construction sur la faune;
- les niveaux des matières en suspension dans l'écoulement provenant des régions perturbées; et
- la perturbation du cours d'eau lui-même pendant la construction des ouvrages de dérivation du ruisseau Charlotte.

Une évaluation détaillée a déterminé qu'il était possible de prendre des mesures adéquates pour atténuer les effets probables sur l'environnement durant la construction, notamment :

- la construction de bassins collecteurs et de bassins de sédimentation permanents et temporaires avant les perturbations engendrée par la construction;
- la construction au sec de la plupart des ouvrages de dérivation; et
- le contrôle des niveaux de bruit dans les emplacements choisis et des niveaux de bruit associés à des sources spécifiques.

11. Les préoccupations environnementales identifiées qui sont inhérentes à l'exploitation portent sur :

- la qualité des eaux des effluents liquides;
- l'effet des explosions sur la vie aquatique.

Les mesures d'atténuation suivantes doivent être prises afin de prévenir tout effet résiduel associé à l'exploitation de la mine.

- Les installations de traitement des effluents satisferont à des normes plus strictes que celles requises par les règlements sur les effluents liquides des mines de métaux, assurant que la qualité de l'eau du ruisseau Charlotte ne se détériore au point de constituer un danger pour les formes de vie aquatique d'eau douce, quelles que soient les conditions d'écoulement. Les eaux de drainage peuvent être stockées dans la mine à ciel ouvert durant les périodes d'écoulement très faible.

- Un plan de surveillance sur place sera établi pour déterminer un mode de tir sécuritaire en vue de protéger la vie aquatique.

12. Le nombre total d'emplois directs résultant de l'exploitation de la mine Restigouche sera de 67 personnes. L'on estime qu'au total 268 personnes (employés, fournisseurs et personnes de métier) tireront des profits économiques directs ou indirects de l'exploitation de cette mine.

13. L'on s'attend à ce que les coûts d'exploitation et de maintenance de la mine se situent entre 9,24 et 13,86 millions de dollars par année. La plupart de ces dépenses seront faites localement ou dans la province.

14. Les préoccupations environnementales identifiées inhérentes à la post-exploitation de la mine comprennent :

- l'efficacité des mesures de remise en valeur et
- les effets socio-économiques associés au changement de l'utilisation des terres.

Selon l'analyse et l'examen de projets semblables, l'inondation de la mine ouverte représente une façon acceptable du point de vue environnemental de remettre en valeur le site de Restigouche. Des mesures seront prises pour assurer la stabilisation de matériaux potentiellement producteurs d'acides, notamment :

- l'aménagement de toutes les gangues sulfureuses et boues dans le fond de la mine et leur recouvrement par du mort-terrain avant de procéder à l'inondation;
- l'enlèvement des métaux lessivables de la boue, selon les essais de lessivage; et
- la modification du profil des pentes et le recouvrement de tous les produits acidifiables sur les parois de la carrière au-dessus du niveau de l'eau.

L'on s'attend à ce que la perte permanente du couvert forestier existant autour de la mine à ciel ouvert soit plus que compensée par l'ajout d'habitat à truites et l'établissement d'une pêche récréative dans la mine inondée.

15. Un plan de surveillance détaillé a été conçu pour les phases de conception et de construction, d'exploitation et de post-exploitation de la mine. Le plan de surveillance veillera à assurer la conformité du projet avec les objectifs décrits dans le rapport d'EIE et évaluera l'exactitude des résultats prédits. Le plan permettra d'identifier les préoccupations et d'assurer la compatibilité du projet avec l'environnement.

2.0 INTRODUCTION

2.1 Historique de Marshall Minerals

Marshall Minerals Corp. (Marshall) est une société internationale de ressources minérales qui s'occupe de l'exploration et de la mise en valeur de propriétés minières. Installée au Canada et librement négociable, elle est gérée depuis huit ans par son président-directeur général actuel, Harry G. Quint. Selon la circulaire d'information de Marshall datée du 8 août 1989, monsieur Quint et sa famille possèdent environ 24 pour cent de la société soit directement, soit par l'intermédiaire de Gail Resources Inc.

Marshall a établi des liens financiers solides avec des investisseurs nord-américains et européens. Elle a réuni une équipe de professionnels hautement qualifiés et expérimentés afin de mener ses différentes propriétés à l'étape de production.

La propriété de Restigouche appartenait auparavant à Placer Dome Inc. (PDI) et à Calgroup Graphics Corporation Ltd. (Calgroup). Marshall l'a acquise en mars 1988 en achetant la participation de concessionnaire de PDI au comptant et les redevances de Calgroup au comptant et en actions. Marshall détient maintenant 100 % des parts du gisement de plomb-zinc-argent de Restigouche situé sur cette propriété.

Les travaux réalisés jusqu'ici par Marshall sur la propriété de Restigouche ont été rendus possibles grâce à un financement par actions accréditives. Marshall a

également levé des capitaux propres considérables en Suisse par l'intermédiaire d'une émission convertible. Sur approbation de l'EIE requis, un financement de projets additionel sera annoncé.

2.2 Emplacement et description du gisement

2.2.1 Emplacement

Le gisement minéral de Restigouche est situé à environ 70 km à l'ouest de Bathurst, à l'intérieur des eaux d'amont de la rivière Upsalquitch (figure 1-1). On peut accéder au site, situé près des eaux d'amont du ruisseau Charlotte, en empruntant l'autoroute 180.

2.2.2 Description

Le gisement de sulfure massif de Restigouche renferme des minéraux contenant du zinc, du plomb, de l'argent, du cuivre et de l'or. Le gisement a une longueur d'environ 425 m, une largeur d'environ 120 m et une épaisseur de moins de 50 m. Le gisement est à découvert au sud du ruisseau Charlotte (il a un pendage vers l'ouest qui varie de 30 à 50°) et plonge à environ 25° en direction nord. La quantité de minerai économiquement exploitable à ciel ouvert est estimée à un million de tonnes. Cette «réserve géologique reconnue» contient environ 0,33 % pds de cuivre, 7,76 % pds de zinc, 6,06 % pds de plomb, 127 g/t d'argent et 1,2 g/t d'or.

Les minerais à valeur commerciale se retrouvent principalement à l'intérieur d'une matrice de sulfure massif. Par ordre d'importance, les sulfures sont les suivants : la pyrite (60 % pds), la sphalérite (20 % pds) et la galène (10 % pds). La zone contient aussi de la chalcopyrite (< 1 % pds), de l'arsénopyrite (< 1 % pds) et des traces d'autres sulfures de fer, de sulfures de fer cuprifères et de sulfures d'arsenic cuprifères. Le reste de la zone se présente sous forme de gangue silicieuse.

Marshall a commandé une analyse spectrographique semi-quantitative pour plusieurs éléments sur les deux échantillons composites préparés à partir des carottes destinées aux essais
métallurgiques à Lakefield Research of Canada Ltd. (Lakefield Research). Les concentrés obtenus lors d'essais effectués sur ces échantillons composites ont également été analysés, entre
autres, pour l'arsenic et le mercure. Selon les résultats obtenus, on remarque que la teneur en arsenic du minerai de Restigouche se situe entre 0,2 à 0,5 % pds et que la teneur en mercure est invariablement inférieure à 0,005 % pds.

La roche qui se trouve sous la zone de minéralisation se caractérise par la présence de sulfures disséminés. La teneur moyenne en sulfures de ce «réseau de petits filons temporaires» varie de 5 à 10 % pds. La pyrite en est le sulfure principal. La roche qui se trouve au-dessus de la zone de minéralisation contient moins de 1 % pds de sulfure

et est principalement formée de roches volcaniques felsiques. Les qualités acidifiantes de ces différentes zones sont prises en considération dans la section 3.2.1. Aucune faille d'importance ne semble traverser la zone de minéralisation.

Pour atteindre le gisement, il va falloir dériver le bras nord du ruisseau Charlotte. Reconnaissant la sensibilité de l'environnement de la région de Restigouche, Marshall a décidé de ne pas exploiter le minerai qui se trouve directement sous le bras sud du ruisseau Charlotte. Pour extraire ce minerai, il aurait fallu construire une nouvelle dérivation importante vers le sud des deux bras du ruisseau. En faisant ce choix, Marshall abandonne 80 000 t de minerai qui rapporteraient à la sortie de la fonderie plus de 5 millions $ de profits. Marshall a également envisagé de ne pas dériver le bras nord du ruisseau. Si tel avait été le cas, environ un tiers du gisement n'aurait pu être exploité. Pour Marshall, le projet perdait alors tout son intérêt économique.

2.3 Raison d'être du projet

2.3.1 Faisabilité économique

Selon les prix des métaux en juillet 1989, la «réserve géologique reconnue», dont il est question à la section 2.2, représente une valeur économique brute d'environ 250 millions de dollars. L'étude de faisabilité économique en cours, qui sera soumise au ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie (MRNE) conformément à la Loi sur les mines, montre que Marshall réalisera, en se fondant sur ces

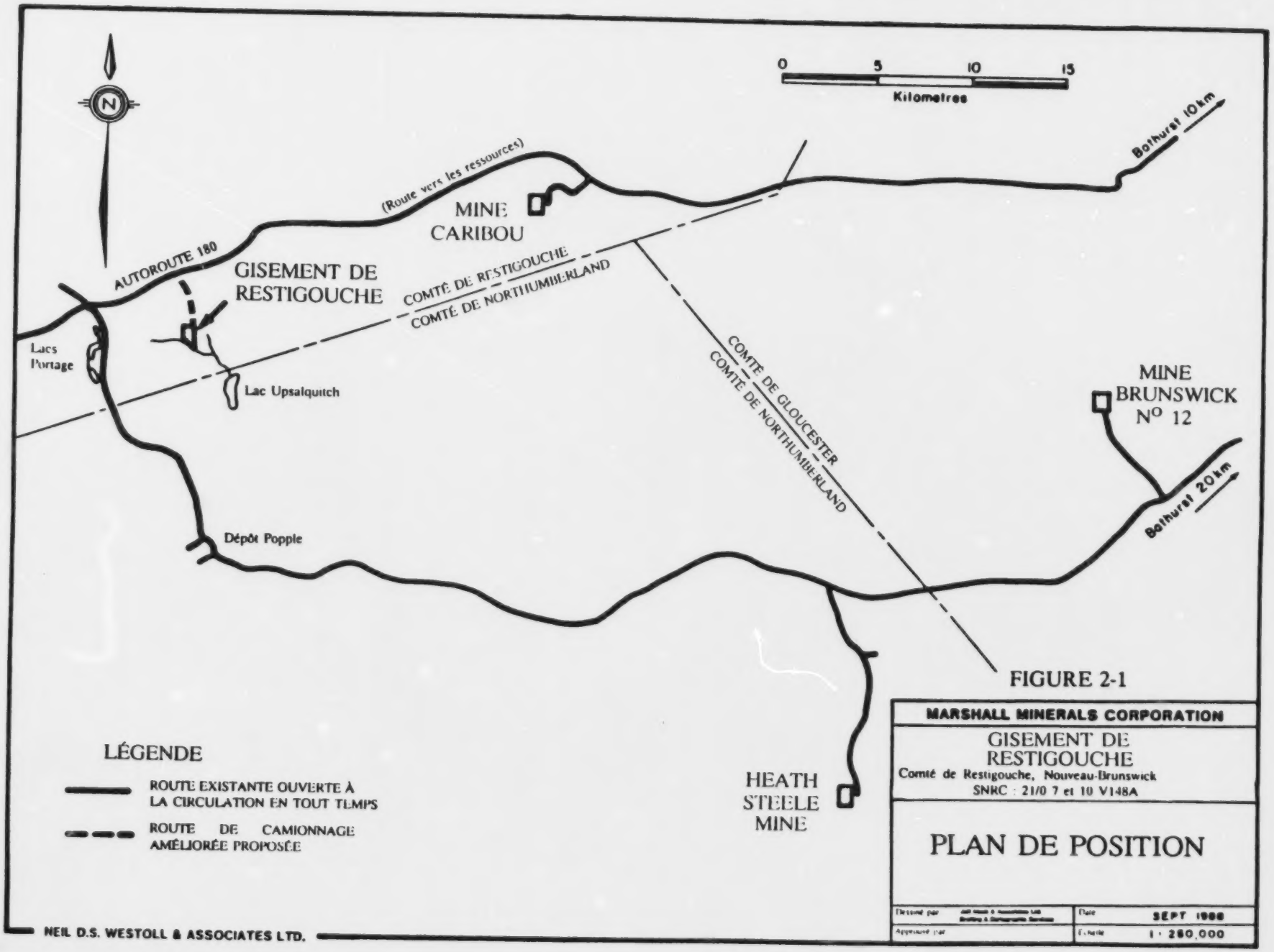
prix, un revenu net de 30 millions de dollars, une fois déduites toutes les dépenses reliées à l'exploitation et au traitement. Dans cette étude de faisabilité, des analyses de sensibilité seront effectuées en utilisant différents prix des métaux.

2.3.2 Dispositions prises pour le traitement à l'extérieur du site

La dimension actuelle du gisement de Restigouche ne justifie pas la construction d'une installation de flottation spécialisée sur le site. Par conséquent, Marshall suggère d'exploiter le minerai à partir de Restigouche et de le transporter à une installation de flottation existante dans la région.

Deux installations situées dans le nord-est du Nouveau-Brunswick pourraient recevoir le minerai de Restigouche. Ce sont l'installation relativement nouvelle qui se trouve au gisement de Caribou de East West Minerals Ltd. (East West) et l'installation remise à neuf qui se trouve à Heath Steele et qui appartient à Noranda et à Brunswick Mining and Smelting (Heath Steele). Ces deux installations se sont montrées intéressées à recevoir le minerai de Restigouche. Cependant, celle de Caribou est la moins éloignée des deux (35 km contre 75 km; figure 2-1) et constituerait, pour Marshall, l'option la plus économique en ce qui a trait au transport du minerai.

Les deux installations présentent des attraits différents pour Marshall. L'installation de flottation d'une capacité de 2 000 t par jour située au gisement Caribou a été terminée récemment et est, par conséquent, une nouvelle installation. Elle est


N
0
5
10
15
Kilometres
Bathurst 10km
(Route vers les ressources)
MINE
CARIBOU
AUTOROUTE 180
GISEMENT DE
RESTIGOUCHE
COMTÉ DE RESTIGOUCHE
COMTÉ DE NORTHUMBERLAND
Lacs
Portage
Lac Upsalquitch
COMTÉ DE GLOUCESTER
COMTÉ DE NORTHUMBERLAND
MINE
BRUNSWICK
Nº 12
Bathurst 20km
Dépôt Popple
HEATH
STEELE
MINE
LÉGENDE
ROUTE EXISTANTE OUVERTE À
LA CIRCULATION EN TOUT TEMPS
ROUTE DE CAMIONNAGE
AMÉLIORÉE PROPOSÉE
NEIL D.S. WESTOLL & ASSOCIATES LTD.
FIGURE 2-1
MARSHALL MINERALS CORPORATION
GISEMENT DE
RESTIGOUCHE
Comté de Restigouche, Nouveau-Brunswick
SNRC : 21/0 7 et 10 V148A
PLAN DE POSITION
Dessiné par
Approuvé par
Date
SEPT 1988
Échelle
1 : 280,000

conçue de façon à produire un concentré de Pb-Zn collectif à partir du minerai de Caribou. East West a des contrats de vente pour ce concentré avec des fonderies existantes en Europe. L'exploitation de l'installation a commencé vers la fin de 1988. Cependant, la récupération prévue pour le minerai de Caribou n'a pas encore été atteinte. L'installation Heath Steele, quant à elle, est une installation d'une capacité de 4 000 tonnes métriques (3 600 t) par jour relativement vétuste et qui a été partiellement remise à neuf afin de pouvoir y traiter le minerai de la Stratmat, de la zone-B et de la zone-E à raison d'environ 1 800 t/j. Il existe une section de flottation et de broyage de réserve dans le bâtiment existant, et Heath Steele a indiqué que cette section pourrait être utilisée pour le traitement du minerai appartenant à une tierce partie.

Marshall a inspecté les deux installations ainsi que leurs circuits métallurgiques. Elle a retenu les services de Lakefield Research, située près de Peterborough (Ontario), pour effectuer des essais pilotes approfondis sur le minerai de Restigouche. Les premiers résultats indiquent que le circuit de traitement du gisement de Caribou ainsi que le circuit de la zone-B de Heath Steele sont compatibles avec le minerai de Restigouche. Cependant, il faudrait procéder à des ajouts essentiels à l'installation de Heath Steele pour pouvoir y traiter le minerai de Restigouche.

Par conséquent, Marshall a entrepris des négociations avec East West au début de 1989 et les «grandes lignes de l'entente» entre les deux sociétés ont été signées le 4 juillet 1989. Conformément à cet accord, et à la condition que l'essai par échantillon

global donne des résultats satisfaisants, Marshall livrera du minerai à l'installation Caribou à raison de 240 000 à 360 000 t par an. À partir de ce minerai, l'installation Caribou produira un concentré collectif respectant les spécifications exigées dans ses contrats existants avec des fonderies en Europe. Elle pourra ainsi vendre ce concentré aux fonderies européennes.

L'accord signé entre Marshall et East West stipule que l'installation Caribou devra atteindre un certain rendement en métal et prévoit également que les profits à la sortie de la fonderie, provenant de la vente des concentrés obtenus, seront partagés entre Marshall et East West dans une proportion de 65 et 35 % respectivement. Afin que East West puisse garantir les rendements en métal stipulés dans l'accord, Marshall devra fournir un échantillon global du minerai de Restigouche en vue d'un essai en usine à l'installation de Caribou.

Dans l'éventualité où l'essai à l'installation de Caribou ne donnerait pas les résultats escomptés par Marshall et East West, Marshall conserve l'option de se retirer de l'accord et de concevoir son propre circuit spécialisé à l'installation Heath Steele afin d'y traiter le minerai de Restigouche. Bien que les résultats des essais en usine soient d'une importance cruciale dans le choix d'une installation, Marshall est convaincue qu'un potentiel de traitement suffisant est accessible dans la région afin de traiter le minerai de Restigouche.

2.3.3 Comparaison avec d'autres mises en exploitation

Parmi les autres mises en exploitation au Nouveau-Brunswick, qui furent récemment approuvées par les organismes de réglementation, on retrouve l'éventuel projet Stratabound sur la rivière Portage et les quelques projets miniers satellites qui sont présentement développés par Noranda près de la région de Heath Steele Mines. Ces projets entraîneront l'exploitation de mines à ciel ouvert, la cueillette et le traitement des eaux acides et la remise en valeur des sites au moyen de différentes techniques y compris l'inondation, le remblayage et diverses mesures de «recouvrement» afin de bloquer les sources de production d'acides.

2.4 Considérations de rechange

2.4.1 Méthodes d'exploitation de rechange

Le gisement de Restigouche affleure à son extrémité sud et plonge à environ 25° vers le nord. Par conséquent, il convient parfaitement à une extraction par des méthodes d'exploitation à ciel ouvert. De plus, la sélectivité permise par de telles méthodes assurerait la récupération maximale du minerai. Marshall a néanmoins retenu les services de Micon International Ltd. (Micon) pour effectuer une «Analyse des coûts d'exploitation du gisement de Restigouche par des méthodes souterraines ou à ciel ouvert» afin d'évaluer la méthode d'exploitation qui offrirait l'avantage économique global le plus élevé lorsque tous les coûts, y compris ceux associés à l'atténuation des effets potentiels sur l'environnement, auront été déduits. Le rapport Micon, daté du 12 janvier 1990, constitue l'Annexe A du présent rapport.

En résumé, le rapport Micon révèle que la méthode à ciel ouvert est nettement la plus économique pour exploiter le gisement de Restigouche. Non seulement permettrait-elle de récupérer une plus grande proportion de minerai in situ que les méthodes souterraines évaluées, mais aussi la différence des frais directs d'exploitation entre les deux méthodes la rendrait plus économique jusqu'à ce que le rapport déchet/minerai dépasse 13 t de déchets par tonne de minerai. Ces différences ont suffi à Micon pour conclure qu'une planification future de la production à partir des réserves reconnues par forage à la propritété de Restigouche devraient se limiter à l'exploitation par des méthodes à ciel ouvert. Marshall travaille présentement à concevoir en détail la mine en utilisant des méthodes à ciel ouvert pour les réserves actuellement définies. D'après les estimations préliminaires, les réserves seront exploitées à un taux de déblaiement global d'à peine plus de 6 t de déchets par tonne de minerai.

Les deux méthodes d'exploitation de rechange présenteraient un modelé de surface différent, ainsi que des profils de risque liés à l'environnement différents. Ces différences sont présentées au tableau 2-1.

2.4.1.1 Coûts comparatifs

Lors de la phase d'exploitation, il n'y aura peu ou pas de différence dans les coûts en capital pour les installations de gestion des eaux de drainage et les systèmes de traitement. Les coûts d'exploitation minière ont été estimés à 27 $/t pour la méthode à ciel ouvert et à 41 $/t pour la méthode souterraine (se reporter à l'Annexe A). Ces coûts

TABLEAU 2-1

Méthodes d'exploitation de rechange

Article	Caractéristiques du projet	
	À ciel ouvert	Souterraine
Description	- à ciel ouvert - grande aire de stockage des déchets stériles - aire de stockage des roches sulfureuses - dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte	- descenderie - petite aire de stockage des déchets stériles - plus petite aire de stockage des roches sulfureuses - dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte - carrière pour les matériaux de remblayage
Eaux de drainage contaminées	- eaux d'exhaure - écoulement des déchets stériles (solides uniquement) - écoulement de roches sulfureuses	- eaux d'exhaure - écoulement mineur des déchets stériles (solides uniquement) - écoulement de roches sulfureuses
Étangs de retenue d'urgence	- étangs d'eau pluviale; trou servant d'unité de secours	- étangs d'eau pluviale
Plan de remise en valeur	- transport de la roche sulfureuse dans le trou - inondation du trou - modification du profil resemer et reboiser l'aire d'entreposage des déchets stériles - modification du profil/nettoyage du site	- transport de la roche sulfureuse dans la mine - inondation de la mine - cloisonnement de la descenderie - modification du profit/ nettoyage du site - remise en valeur des tas de déchets stériles
Risques liés à l'environnement		
- Phase d'exploitation	- déversement d'effluents acides dans le ruisseau; peu probable puisque le trou fournit une capacité de retenue additionnelle	- déversement d'effluents acides dans le ruisseau; la mine ne peut être inondée puisque des installations souterraines "fixes" s'y trouvent.
- Après la récupération	- déversements provenant du trou inondé	- infiltrations souterraines dans le ruisseau

incluent une déduction nominale pour les mesures liées à l'environnement. Étant donné que le volume des eaux de drainage potentiellement acides provenant des déchets de l'exploitation à ciel ouvert est plus élevé que celui provenant de l'exploitation souterraine, les coûts connexes reliés au système de traitement de l'exploitation à ciel ouvert seront légèrement plus élevés.

La récupération dans une mine à ciel ouvert serait plus onéreuse que celle dans une mine souterraine. Il y aurait une plus grande quantité de gangue potentiellement productrice d'acides qui retournerait dans la mine et il faudrait modifier le profil des pentes et resemer et reboiser un plus gros tas de déchets stériles dans le cas d'une exploitation à ciel ouvert que dans le cas d'une exploitation souterraine. Les coûts des deux méthodes ont été estimés par Marshall à 1,6 million de dollars (à ciel ouvert) et à 500 000 $ (souterraine).

2.4.2 Options de traitement de rechange

On retrouve deux usines d'exploitation dans le nord du Nouveau-Brunswick qui possèdent les installations pour traiter le minerai du gisement de Restigouche. Ce sont l'usine à Heath Steele Mines et celle de East West Minerals Ltd. au gisement Caribou (section 2.3.2). Marshall s'est entretenue avec les propriétaires des installations de Caribou et de Heath Steele afin de confirmer que chaque exploitation était en mesure de recevoir, d'entreposer et de traiter le minerai de Restigouche ainsi que de se défaire des résidus et des effluents provenant du minerai dans des installations approuvées et de capacité

suffisante. Marshall coopérera avec l'installation choisie en ce qui concerne la mise sur pied de nouveaux plans de gestion des déchets si ces derniers s'avéraient nécessaires à l'approbation du traitement de son minerai à l'installation en question.

Heath Steele (Arsenault, Heath Steele Mines, communication personnelle, 1989) et Caribou (C. Smith, East West Minerals Ltd., communication personnelle, 1989) ont tous les deux indiqué qu'ils avaient la capacité nécessaire pour traiter le minerai de Restigouche, que le minerai, une fois reçu, serait entreposé en tas sur un dépôt approuvé (le drainage provenant du tas serait surveillé et traité), que le minerai serait traité par des méthodes conventionnelles très semblables à celles utilisées pour traiter leur propre minerai et que les déchets provenant du minerai de Restigouche (résidus et effluents) seraient entreposés dans un bassin à résidus d'une capacité suffisante, conformément aux pratiques actuelles. Il faut noter que l'exploitation de Caribou favorise particulièrement la venue de minerai provenant de l'extérieur de son site afin d'alimenter son installation.

L'installation qui traitera le minerai de Restigouche recevra toutes les approbations nécessaires des organismes de réglementation pour le traitement de minerais de sulfure massif en vue de la production de concentrés de plomb, de zinc et de cuivre. La composition du minerai de Restigouche est semblable à celle des minerais déjà traités à ces installations. Des essais pilotes ont déjà confirmé que le même type de conditions de traitement et de réactifs seraient nécessaires pour récupérer les minéraux à valeur commerciale du minerai de Restigouche.

Le minerai serait transporté à l'installation choisie, entreposé sur une aire où le drainage serait surveillé et traverserait ensuite le circuit de traitement. S'il y a lieu, les aires d'entreposage du minerai existantes seraient agrandies afin de permettre l'entreposage de minerai additionnel provenant de Restigouche.

Les quantités et la composition des déchets provenant du traitement du minerai de Restigouche seraient comparables à celles provenant du traitement d'une quantité équivalente de minerai des gisements Heath Steele ou Caribou. Les déchets sont formés de "résidus" qui seraient déchargés dans des zones d'enfouissement approuvées (bassins à résidus). Les résidus seraient composés de «roche» finement broyée, notamment la partie du minerai qui reste une fois que la majeure partie des minéraux à valeur économique a été enlevée, et l'eau de traitement.

La partie "roc" est composée principalement de sulfures de fer et sa qualité acidifiante est semblable à celle des solides residuels éliminés dans les installations de Heath Steele et de Caribou. La partie liquide des résidus est composée d'eau alcaline contenant du sulphate de calcium et des résidus du flottateur. Une quantité excessive de thiosels dans l'effluent de l'installation peut entraîner une production d'acides dans les cours d'eau récepteurs. Marshall a donc fait faire des essais visant à vérifier la teneur en thiosels des solutions de résidus plus tenaces à partir de l'un des derniers tests d'écoulement effectués pour Marshall au centre de recherches Lakefield (Test RC 1-26). Les résultats sont les suivants.

S_2O_3 - 101 mg/L

S_4O_6 - 14,3 mg/L

En fonction de ces essais, la partie liquide provenant du traitement du minerai de Restigouche contiendrait considérablement moins de thiosels que les effluents de traitement qui prennent leur source aux installations de Caribou et de Heath Steele. L'on s'attend à ce que le minerai de Restigouche produise moins de 1 t/j de thiosels à un rythme de traitement de 2000 t/j. À ce rythme, l'installation de Caribou produit environ 3 t/j de thiosels. Les mesures obtenues lors d'exploitations précédentes à Heath Steele indiquent une production d'environ 3 à 4 t/j (Rolia et Tan, 1985). Bien que le centre de recherche de Lakefield n'a analysé qu'un seul échantillon, Marshall croit que les résultats obtenus sont valides, c'est-à-dire que les thiosels dérivent principalement de la pyrrhotite, connue pour être très rare à Restigouche.

Plusieurs groupes ont déjà procédé à l'examen microscopique des carottes du minerai de Restigouche forées au diamant (Teck en 1966, Placer en 1975 et Marshall en 1988). Tous les résultats des examens sont identiques : "teneur négligeable" de pyrrhotite dans le minerai (Lakefield, 1966) ou en "quantité minime" (Lakefield, 1988). Selon le rapport Placer, aucune pyrrhotite n'a été décelée dans les échantillons soumis à l'examen (Ball, 1975). Par contre, le contenu de la pyrrhotite à Heath Steele varie entre les gisements particuliers et a de moins de 1 % (Stratmat) à environ 20 % (base riche en

cuivre de la Zone B), selon des discussions tenues avec le personnel de Heath Steele. Le minerai alimentant actuellement l'installation de Heath Steele, soit un mélange de minerai Stratmat et de la Zone B, contiendrait entre 2 et 5 % de pyrrhotite.

2.4.2.1 Coûts comparatifs

Aucun coût extraordinaire n'est associé aux mesures d'atténuations des préoccupations environnementales des sources alternatives de traitement disponibles. Il en coûterait plus cher de faire traiter le minerai de Restigouche à Heath Steele qu'à Caribou en raison des coûts de transport supplémentaires. Toutefois, les deux installations représentent des solutions rentables en ce qui a trait au développement économique minier proposé.

2.4.3 Solutions de rechange pour l'élimination des boues

L'exploitation du minerai de Restigouche suppose la collecte et le traitement des eaux de drainage métalliques acides. Ces eaux de drainage résultent du contact de la précipitation et des eaux souterraines avec les produits de l'oxydation des minéraux sulfurés. Les sulfures contenus dans le minerai et la gangue produisent des métaux acides et solubles s'ils sont exposés à l'air. Ceux-ci se dissolvent dans l'eau lorsqu'elle entre en contact avec les sulfures à découvert. L'eau résultante contiendrait les sulfates du fer, du zinc, du plomb, du cuivre et peut-être d'autres éléments métalliques.

Le déversement de cette eau non traitée dans l'environnement constituerait un danger pour la flore terrestre et la vie aquatique. Pour satisfaire aux règlements en vigueur et pour s'assurer que l'effluent traité ne sera pas toxique lorsqu'il sera déversé dans l'environnement, il sera donc nécessaire de traiter ces eaux de drainage.

L'une des méthodes fréquemment utilisée pour traiter les eaux drainage métalliques acides des mines consiste en l'ajout d'un réactif alcalin pour neutraliser l'acidité intrinsèque et faire précipiter les éléments métalliques sous forme d'hydroxydes insolubles. L'utilisation de cette méthode est justifiée en raison de sa facilité de mise en service, de son efficacité à produire une eau de qualité acceptable et de sa rentabilité.

Son principal inconvénient demeure cependant la production d'une boue riche en métaux qui doit être éliminée par une méthode bien étudiée. Il est parfois possible d'assécher ces boues et de les expédier à une usine d'affinement pour récupérer les métaux à valeur commerciale (cuivre et zinc) et produire un résidu solide riche en fer stable. Toutefois, les coûts de l'assèchement et du transport aux usines d'affinement et la complexité du traitement occasionné par les boues ont rendu cette solution peu séduisante pour les industriels (MacDonald et al., 1989). Les solutions possibles pour l'exploitation de Restigouche comprennent un système de filtration sous pression pour assécher les boues en vue de leur stockage et de leur éventuelle élimination sur place ou leur mise au rebut dans un endroit approuvé, situé à l'extérieur du chantier.

Il existe plusieurs solutions pour éliminer les boues hydroxydiques riches en métal. Il est possible de les transporter à l'installation de préparation du minerai pour les éliminer avec leurs résidus, pratique normale dans l'industrie minière du métal de base. Si cette solution n'est pas acceptable, en vertu des règlements en vigueur, les boues peuvent être éliminées sur place. En l'absence d'entente spécifique, des dispositions ont été prises pour éliminer les boues sur place.

2.4.3.1 Coûts comparatifs

Les estimations suivantes relatives aux solutions de traitement à l'installation de Restigouche reposent sur une vitesse moyenne d'écoulement annuel de 41 m^3/h et l'acidité totale de 1500 mg/L (en $CaCO_3$):

	Capital (millions de $)	Exploitation annuelle (millions de $)
Neutralisation à la chaux/ élimination des boues hors site	0,7	0,20
Neutralisation à la chaux/ assèchement des boues/élimination des boues sur place	1,9	0,28
Neutralisation/récupération du métal/assèchement des boues/ élimination des boues sur place	2,1	0,32

La qualité et la quantité de l'eau usée nécessitant un traitement dépendent de plusieurs conditions particulières au site, y compris la quantité de roc sulfureux

producteur d'acides à découvert et les particularités des installations de collecte et de dérivation. Des dispositions ont donc été prises pour l'aménagement en étape des installations de traitement avec provisions pour la neutralisation à la chaux, l'assèchement des boues et l'élimination des boues sur place (section 3.2.3).

2.4.4 Solutions de rechange pour la remise en valeur du site

Tous les sites miniers nécessitent une remise en valeur avant d'être abandonnés. Ces mesures sont nécessaires pour veiller à ce que :

- la région ne présente aucun risque pour l'homme et la faune;
- la qualité acidifiante de la région est stable;
- la région a retrouvé une productivité d'ordre biologique ou autre;
- le nouveau caractère esthétique de la région est acceptable.

Aux termes des règlements de la Loi sur les mines du Nouveau-Brunswick ou des règlements connus des gens de l'industrie, diverses mesures sont mises sur pied pour veiller à ce qu'un site ne présente aucun risque. Elles comprennent notamment l'enlèvement de tous les bâtiments et de toutes les autres installations du site minier. Ces mesures seront mises sur pied, au site de Restigouche, à la satisfaction des organismes de réglementation.

La stabilisation du site en vue d'assurer que la production d'acides ne pose pas de risque à long terme à l'environnement représente le facteur le plus important associé à la remise en valeur d'un site. En cas d'échec, il faut alors mettre en place un système permanent de collecte et de traitement des drainages résiduels acides, telles les infiltrations provenant de la mine et des sites d'enfouissement des gangues sulfureuses. Au Canada et ailleurs, l'expérience a prouvé que pour empêcher la production permanente d'acides, il faut limiter l'exposition des sulfures à l'oxygène de l'air (Environnement Canada, 1987). À cette fin, toutes les méthodes de remise en valeur reposent sur le recouvrement des minéraux sulfurés par du matériel à très basse perméabilité empêchant le passage de l'oxygène de l'atmosphère dans les sulfures. Les méthodes visant à recouvrir les sulfures dégagés avec du matériel de remplissage et à resemer et reboiser l'endroit recouvert de façon à réduire l'infiltration d'air et d'eau ont donné des résultats mitigés. Ces résultats sont dus en partie à la facilité avec laquelle l'air peut pénétrer ce type de couvert végétal. La méthode recommandée suppose la submersion de tous les sulfures. L'eau est la barrière la plus efficace et pratique qui empêche l'oxygène de l'air d'entrer en contact avec les producteurs d'acides.

Le rétablissement de la production biologique sur le site de Restigouche fait également partie des objectifs principaux de la remise en valeur du site. Il sera accompli au retour d'un couvert végétal dans la région perturbée. Pour favoriser cela, il faudra modifier le profil des régions perturbées de façon à assurer leur stabilité physique, les recouvrir, si nécessaire, de matériaux meubles et les resemer et reboiser. La remise en

végétation entière de la mine à ciel ouvert suppose le remblayage du trou. Bien que la solution visant à inonder de façon permanente le trou de la mine implique le déplacement de l'habitat terrestre et de la flore, des dispositions seront prises pour développer la pêche récréative en fournissant un habitat piscicole supplémentaire dans la région.

2.4.4.1 Coûts comparatifs

Les coûts comparatifs estimés de la remise en valeur de la mine à ciel ouvert de Restigouche sont comme suit.

	millions de $
Transporter la gangue et la boue productrices d'acides dans le trou, recouvrir la gangue, inonder le trou, modifier de profil des pentes et surfaces détériorées y compris le tas de gangue inerte, mettre sur pied un plan de gestion des pêches	1.6
Transporter la gangue et la boue productrices d'acides et la gangue inerte dans le trou, remblayer le trou, modifier le profil des pentes et surfaces et resemer et reboiser les surfaces détériorées	12.5

Les coûts inhérents à l'inondation du trou supposent un retour d'un million de tonnes de gangue potentiellement productrice d'acides à un coût de 2,00 $/t (Annexe A), le recouvrement de la gangue avec du matériau approprié avant l'inondation du trou, le profilage des pentes des sites d'enfouissement des déchets inertes et l'ensemencement

et le reboisement de ces sites et de la région perturbée. Les coûts inhérents au remblayage du trou supposent un retour de six millions de tonnes de gangue potentiellement productrice d'acides à la mine, rétablissant le relief original d'avant construction, à un coût de 2,00 $/t, et un plan de rétablissement de la végétation semblable à celui prévu pour l'inondation.

La solution recommandée pour la remise en valeur du site de Restigouche suppose l'inondation du trou en vue d'empêcher toute production éventuelle d'acides. Ainsi, elle prévoit le transport de la totalité des gangues potentiellement productrices d'acides dans le trou ouvert en vue de la remise en valeur, et cela, pour assurer une stabilité permanente. Il sera alors possible d'inonder le trou. La submersion complète du trou fera en sorte que les sulfures à découvert situés sur les parois de la mine se retrouveront également sous l'eau. L'efficacité du plan de remise en valeur proposé dépend de l'étendue du recouvrement des sulfures. La totalité des sulfures producteurs d'acides situés sur les parois de la mine, au-dessus du niveau inondé, devront être recouverts d'un matériau à très basse perméabilité.

2.4.5 Sommaire

L'on a examiné plusieurs solutions relatives à l'exploitation minière, au forage, à l'élimination des déchets et à la remise en valeur pour s'assurer que l'exploitation du gisement de Restigouche soit à la fois rentable et acceptable du point de vue

environnemental. L'on propose l'exploitation d'une mine à ciel ouvert, le forage hors site, le traitement et l'élimination des déchets sur place et la remise en valeur par inondation de la mine ouverte.

2.5 Règlements relatifs à l'environnement

Le projet doit satisfaire aux exigences du milieu établies par les gouvernements provincial et fédéral. En vertu de la Loi sur l'assainissement de l'environnement, le gouvernement provincial, de pair avec le gouvernement fédéral, donne son assentiment pour «construire» et «exploiter». L'assentiment gouvernemental suppose que le projet doit respecter certaines conditions durant la construction, l'exploitation et la remise en valeur. Ces conditions comprennent entre autres des exigences particulières en matière de qualité des eaux résiduelles. À cet égard, les nouvelles exploitations des métaux de base au Nouveau-Brunswick doivent satisfaire aux règlements régissant la qualité des eaux décrites dans les Règlements et lignes directrices sur les effluents liquides des mines de métaux (Environnement Canada, 1977). En vertu de la Loi sur les mines du Nouveau-Brunswick, la province exige que Marshall dépose une garantie ou une caution pour la remise en valeur et la restauration de la mine à la suite de son abandon. Les montants sont établis par la Province en fonction de l'étendue de la région perturbée et du risque écologique que représente le projet.

2.6 Méthodologie relative à l'étude

2.6.1 Démarche visant à définir le projet

L'étude des effets sur l'environnement de l'exploitation minière proposée sur le site de Restigouche a été menée par une équipe composée de divers spécialistes représentant différentes disciplines. Les spécialistes de l'équipe oeuvraient dans différents domaines, notamment gestion des déchets, étude des eaux souterraines et gestion des pêches et de l'environnement. Afin de bien définir le projet, l'équipe de spécialistes a travaillé en étroite collaboration avec les concepteurs de Marshall. Durant toute cette étape, ils ont évalué les différentes solutions relatives aux diverses composantes du projet afin de déterminer leurs impacts écologiques et économiques. La description du projet (section 3.0) comprend les recommandations résultant du travail en collaboration au cours duquel l'on s'est référé aux règlements relatifs à l'environnement en vigueur au Nouveau-Brunswick et mis en pratique par Environnement Canada et les lignes directrices supplémentaires, notamment celles conçues pour effectuer l'EIE du site de Restigouche.

La technique utilisée pour l'étude a été modifiée suite aux suggestions émises par Beanlands et Duinker (1983) dans leur rapport: "Un cadre écologique pour l'évaluation environnementale au Canada". Leur approche souligne l'utilisation des «composantes valorisées d'un écosystème» comme point central de l'évaluation de l'impact. Les composantes valorisées d'un écosystème (CVE) représentent les aspects de l'écosystème ou du système socio-économique connexe importants à l'homme. À titre d'exemple, les composantes peuvent comprendre : (1) les composantes économiquement

importantes pour l'homme; (2) les composantes sociales qui peuvent être importantes; (3) les composantes qui peuvent être essentielles à la chaîne alimentaire; ou (4) les composantes qui s'avèrent des indicateurs fiables du changement écologique.

Un autre élément important du processus d'évaluation de l'impact suppose la délimitation d'un projet ou l'identification des limites spatiale et temporelle. Les sections suivantes traitent de la façon d'identifier les CVE et de la méthode servant à délimiter les composantes d'un projet.

2.6.2 Méthode visant l'identification des composantes valorisées d'un écosystème

L'équipe s'est basée sur deux méthodes pour identifier les CVE. La première méthode identifie les paramètres en vigueur dans les réglements provinciaux ou fédéraux (p. ex. les règlements relatifs aux polluants contenus dans les eaux usées).

La seconde méthode établit la portée des impacts en fonction d'autres évaluations d'impact semblables préparées au Nouveau-Brunswick et ailleurs au Canada. L'on ajoute alors des données relatives à l'environnement immédiat du site de Restigouche. Les facteurs biophysiques pris en considération comprennent les populations d'organismes aquatiques et terrestres qui peuvent être touchées par l'exploitation de la mine.

2.6.3 Méthode relative à la délimitation

Le concept de la délimitation n'est pas nouveau dans le domaine de l'évaluation de l'impact sur l'environnement. La méthode classique suppose l'évaluation des changements apportés à l'environnement en deçà des limites physiques du développement. Selon Beanlands et Duinker (1983), pour déterminer correctement les évaluations de l'impact il faut identifier les propriétés physiques et biologiques à la fois dans le temps et dans l'espace. Cette méthode est utilisée pour établir les limites du projet de développement proposé au site de Restigouche.

2.6.3.1 Limites temporelles

L'on peut classer les limites temporelles relatives au projet sous trois composantes : développement/construction, exploitation et remise en valeur du site. Il est prévu que la composante développement/construction de la mine à ciel ouvert prenne environ 6 mois. L'exploitation de la mine peut durer environ 4 ans. Par contre, la remise en valeur de la mine se fera à long terme et sera conçue pour garantir que la mine ne soit pas à l'origine d'une dégradation écologique éventuelle.

2.6.3.2 Limites spatiales

Les limites spatiales des aspects socio-économiques se sont arrêtées à l'activité économique générée par le projet et à une évaluation des services et des installations disponibles dans la région immédiate. Les limites spatiales choisies dans le

cadre de l'évaluation biophysique comprennent essentiellement les environs immédiats du projet, la mine elle-même et les cours d'eau adjacents. L'évaluation des effets visuels et des niveaux sonores a été faite en deçà de ces mêmes limites.

2.6.4 Méthode relative à l'assemblage et à l'évaluation des données

Marshall a fourni tous les renseignements relatifs à la définition du projet, en ce qui a trait à la construction et l'exploitation. La démarche interactive utilisée durant la définition du projet a amené la modification de certains éléments de la conception pour qu'ils se conforment aux règlements en vigueur et aux contraintes existantes. En plus de la description physique du projet, les renseignements socio-économiques obtenus de Marshall comprennent les besoins prévus en main-d'oeuvre, l'identification des compétences requises, les renseignements relatifs au calendrier de construction, les coûts des investissements, les coûts d'exploitation et la philosophie qui sous-tend l'exploitation.

La catégorisation des composantes environnementales existantes du projet a été facilitée par les échanges que le groupe Marshall a eus avec les directeurs et les gestionnaires des ressources, responsables des ressources naturelles situées en deçà des régions délimitées. Dans certains cas, lorsque des données de base spécifiques n'étaient pas disponibles au degré du détail voulu, l'équipe travaillait sur le terrain pour suppléer au manque de données.

Pour obtenir de l'aide dans l'assemblage et l'évaluation des données, une consultation publique a été tenue. La population a pu ainsi émettre ses opinions et ses préoccupations lors d'une rencontre publique d'information. Ces renseignements ont par la suite été incorporés dans la méthode d'étude. La réunion publique, tenue à Campbellton le 6 juillet 1989, est décrite à l'annexe B.

Les lignes directrices émises par le MAME exigent la création d'un contexte pour déterminer l'importance des impacts. Il s'agit d'indiquer clairement les niveaux d'intervention des paramètres à surveiller. Les lignes directrices suggèrent en outre l'objectivité des critères relatifs à l'importance des impacts. L'écart permis ou sanctionné aux données fondamentales relatives à l'environnement a été utilisé comme modèle de base pour en mesurer l'importance. À titre d'exemple, l'on a jugé que les cours d'eau de drainage pouvant dépasser les valeurs réglementées peuvent avoir un impact significatif; des mesures d'atténuation appropriées ont donc été incluses dans la description du projet.

Tout écart aux données fondamentales fut également jugé important lorsque les changements prévus pouvaient être à l'origine d'une modification importante dans le processus ou l'état en deçà des limites, résultant en une dépression constante de l'adaptabilité ou de la densité inférieure aux niveaux naturels. Lorsque de tels changements étaient prévus, l'on a recommandé des mesures d'atténuation et conçu des plans de surveillance du rendement de ces mesures.

3.0 DESCRIPTION DU PROJET

La présente section du rapport étudie les méthodes, les installations et l'infrastructure nécessaires à l'extraction du minerai contenu dans le gisement, aux infrastructures associées, aux installations de gestion des déchets, aux installations extérieures, y compris la dérivation du ruisseau Charlotte et la construction de la voie de camionnage de la mine et le plan de remise en valeur associé. L'emplacement approximatif du site minier est représenté à la figure 3-1. Les conséquences écologiques de l'exploitation minière proposée seront élaborées dans des sections ultérieures du présent rapport.

La forme et la qualité du gisement favorisent une exploitation à ciel ouvert afin d'assurer sa viabilité. Une exploitation de carrière sera donc aménagée. Les morts-terrains et la "gangue" qui recouvrent la zone de minéralisation seront creusés pour permettre d'atteindre le minerai et d'en faciliter l'extraction. Des explosifs seront utilisés pour casser le roc et permettre le dérochement.

Étant donné la quantité et la qualité du gisement, il sera impossible d'effectuer sur place le "traitement" visant à extraire les minerais à valeur commerciale du gisement. Aussi, une entente préliminaire est intervenue avec East West Minerals Ltd., propriétaire de l'usine de Caribou, pour le traitement du minerai. De plus, des dispositions ont été prises pour le traitement à Heath Steele, au besoin. Le minerai sera transporté par camion sur la voie d'accès actuelle, déjà refaite, menant à l'autoroute 180.

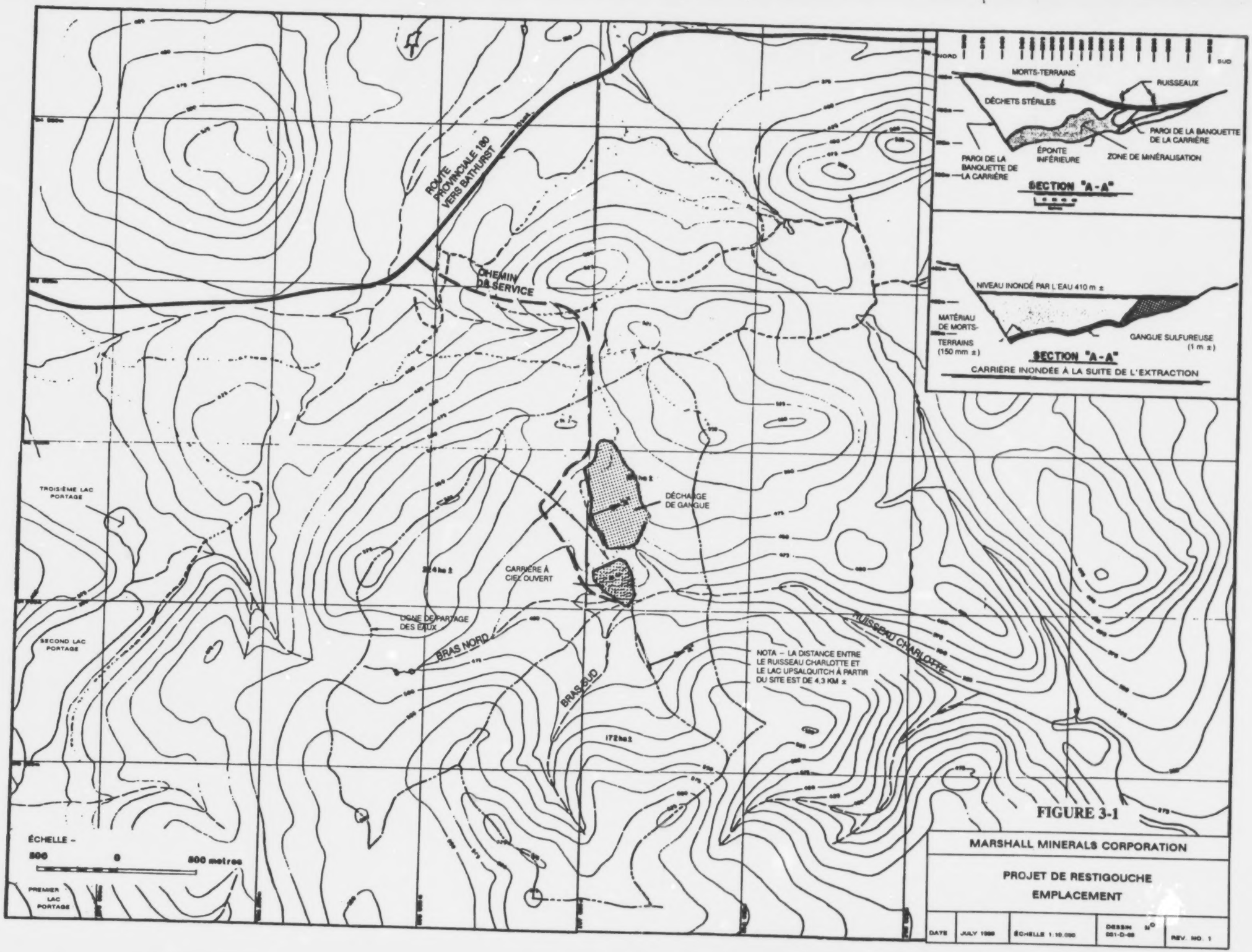


FIGURE 3-1

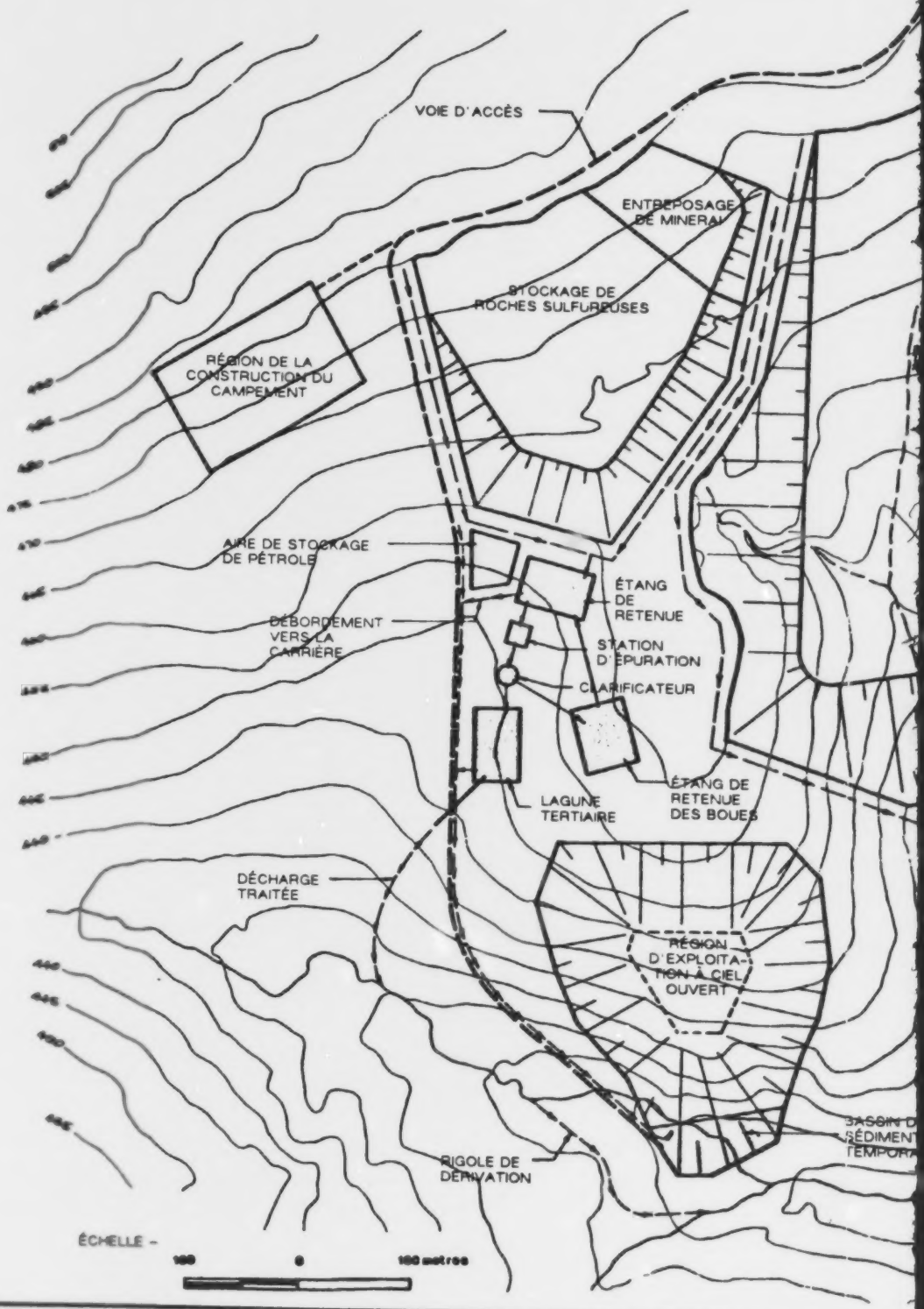
MARSHALL MINERALS CORPORATION				
PROJET DE RESTIGOUCHE EMPLACEMENT				
DATE	JULY 1988	ÉCHELLE 1:10,000	DESSIN N° 001-D-08	REV. NO. 1

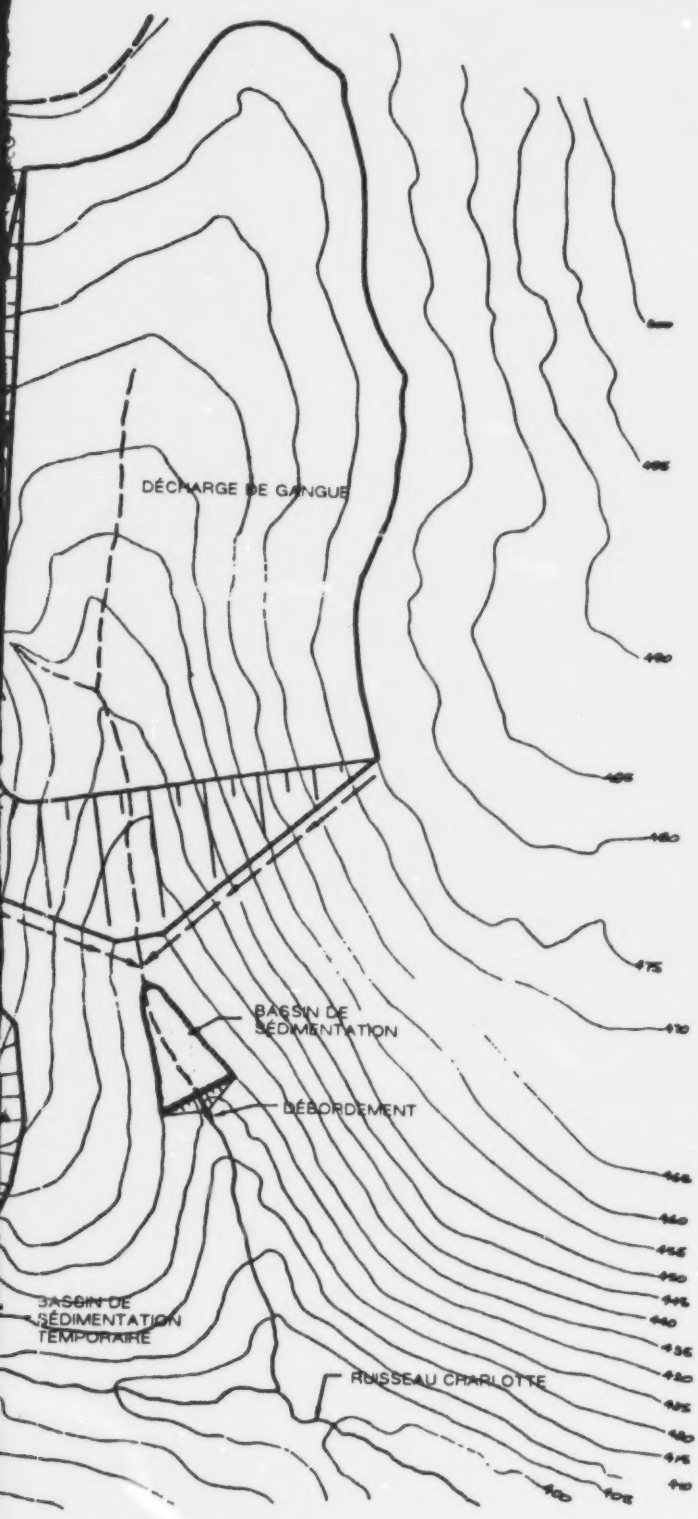
3.1 Plan de la mine

Le gisement devrait contenir près de un million de tonnes de minerai. Pour l'extraire, environ 6 millions de tonnes de gangue devront être creusées. Le minerai et la gangue seront extraits sur une période de 3 à 4 ans, espérance de vie prévue du site minier proposé.

Les réserves de minerai ont été évaluées manuellement à partir de sections tirées d'un ordinateur. Toutes les données ont été chargées dans le programme PC-EXPLOR et restituées sous forme de section à fenêtres tectoniques sur une échelle de 1:250. La forme des lentilles minéralisées a été tracée à la main, en fonction de l'interprétation géologique de Marshall. Deux minerais à très faible teneur en Pb + Zn ont été évalués (6 et 8 %) et les chiffres susmentionnés relatifs aux réserves ont été calculés à 8 % Pb + Zn à faible teneur. Les techniques standard du planimètre ont servi à mesurer les zones. La quantité a été évaluée en supposant une continuité à mi-chemin des sections adjacentes. Le tonnage a été calculé en fonction des données relatives à la gravité. Les teneurs ont été fixées en faisant la moyenne des données obtenues des forages qui croisaient un bloc particulier.

L'étendue maximale approximative de l'exploitation à ciel ouvert se trouve à la figure 3-2. Sa superficie totale, au niveau du sol, sera de 5 ha et sa profondeur maximale de 110 m à sa limite nord. Le minerai proche de la surface est sous-jacent au ruisseau Charlotte et remonte au niveau du sol juste au sud du ruisseau. Afin d'éviter toute


VOIE D'ACCÈS
ENTREPOSAGE DE MINERAI
STOCKAGE DE ROCHES SULFUREUSES
RÉGION DE LA CONSTRUCTION DU CAMPEMENT
AIRE DE STOCKAGE DE PÉTROLE
ÉTANG DE RETENUE
DÉBORDEMENT VERS LA CARRIÈRE
STATION D'ÉPURATION
CLARIFICATEUR
LAGUNE TERTIAIRE
ÉTANG DE RETENUE DES BOUES
DÉCHARGE TRAITÉE
RÉGION D'EXPLOITATION À CIEL OUVERT
RIGOLE DE DÉRIVATION
ÉCHELLE -
100
0
100 mètres



N°	RÉVISIONS	DATE	
5			
4			
3			
2			
1	PRÉLIMINAIRE		

WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.

PROJET

MARSHALL MINERALS CORPORATION
PROPRIÉTÉ DE RESTIGOUCHE
NOUVEAU-BRUNSWICK

DESSIN

DESSIN DE DISPOSITION GÉNÉRALE

DESSINÉ PAR	VÉRIFIÉ PAR
DATE	ÉCHELLE
PROJET N° MMD-90-1	DESSIN N° FIGURE 3-2

perturbation importante du ruisseau Charlotte, la majeure partie de ce minerai ne sera pas extrait. Toutefois, le bras nord du ruisseau Charlotte sera détourné vers le bras sud pour permettre l'extraction de la masse de minerai située au nord du bras sud.

La gangue et le minerai seront concassés à l'aide de forages et d'explosions, en utilisant des explosifs à base de nitrate-fuel et des explosifs détonants (dynamite). Les besoins en explosif seront d'environ 0,20 kg/t pour le gisement et 0,19 kg/t pour la gangue. Les explosifs détonants seront livrés par camion et stockés dans une poudrière approuvée. Près de 2 000 kg de ces explosifs resteront sur le site d'exploitation (sur une période de 10 jours). Les explosifs de nitrate d'ammonium seront transportés et stockés dans des camions-citernes. La raison d'être du forage et des explosions est de produire un minerai dont la grosseur ne dépassera pas 50 cm. Cette taille représente la limite maximale acceptable à l'usine de Caribou.

Le roc concassé de la carrière sera chargé dans des camions tout-terrain, d'une capacité de 35 t, par des chargeuses. Le roc sera alors transféré aux sites de décharge de gangue ou à une halde de minerai située à l'extrémité nord du site minier. Le minerai sera ensuite chargé à partir de l'aire de vidage dans des remorques routières de 25 t en vue de son transport vers l'usine extérieure. Trois camions seront nécessaires au transport de 750 à 800 t/j de minerai à l'usine pendant trois quarts de travail.

Un groupe de 55 personnes se chargera de l'exploitation minière et du transport par camion. Les questions reliées à la formation, à la santé et à la sécurité relatives à l'exploitation seront conformes aux pratiques et aux exigences habituelles prévues par la Commission de santé et de sécurité au travail.

3.1.1 Plan d'exploitation

Le plan d'exploitation global du projet, en supposant l'approbation de la province tôt en 1990, est résumé au tableau 3-1.

3.1.2 Installations sur place

Les installations sur place comprendront :

- les voies d'accès au site
- la mine à ciel ouvert;
- la halde principale pour les morts-terrains et la gangue non productrice d'acides
- les fossés collecteurs et de dérivation;
- le bassin de sédimentation
- la zone d'entreposage de la roche sulfureuse et du minerai;
- l'étang de retenue des eaux de drainage contaminées
- la station d'épuration et les lagunes tertiaires;
- les bâtiments de service, y compris bureau, entrepôt, atelier de réparation, pièces d'entreposage, vestiaire et salle de premiers soins (ils seront situés près de la carrière)

TABLEAU 3-1

Plan d'exploitation global

Étape	Période
Fin des dessins et rapports, et demandes d'approbation suivantes:	décembre 1989/janvier/ février 1990
- Étude de faisabilité (Loi sur les mines) - Plan de remise en valeur (Loi sur les mines) - Permis de construction (Loi sur l'assainissement de l'environnement) - Permis de modification des cours d'eau pour la dérivation du ruisseau (Loi sur l'assainissement de l'environnement) - Bail d'exploitation minière - Bail des terres de l'État	
Parachèvement des documents de construction, obtention des devis de construction, commande de l'équipement	mars/avril 1990
Construction de la voie d'accès	mai 1990
Construction des installations de chantier et dérivation du ruisseau	mai/juin/juillet 1990
Phase I Échantillonnage de masse/essais de traitement	juin/juillet/août/ septembre/octobre 1990
Phase II Début de l'exploitation à ciel ouvert	novembre 1990

- l'aire d'entreposage des matériaux meubles;
- le puits d'alimentation en eau potable
- le système d'évacuation des eaux d'égoût dans une fosse septique;
- la génératrice diesel pour l'alimentation;
- l'aire de stockage pour 40 000 L de diesel (conforme aux exigences provinciales décrites dans "Règlement sur le stockage et la manutention des produits pétroliers")
- l'aire de stockage des explosifs et
- la zone d'habitation

Il n'y aura pas de dépotoir sur place. Les ordures domestiques seront transportées dans un des sites d'enfouissement approuvés par la province comme celui exploité par la Nepisiquit Chaleur Solid Waste Commission à la station Red Pine (à environ 90 km).

3.2 Plan de gestion des déchets

Le gisement de Restigouche se compose de sulfure massif et, à ce titre, il constitue une source possible d'eau de drainage acidifiée et métallisée. L'oxydation des sulfures produit des métaux sulfuriques acides et solubles dès le morcellement du gisement et son exposition à l'air et à l'eau (vapeur et humidité), les réactifs essentiels au processus d'oxydation (Environnement Canada, 1987). Ces polluants, présents à la surface des sulfures, se dissolvent facilement dans les précipitations, les eaux souterraines et de ruissellement qui entrent directement ou indirectement en contact avec les sulfures. La

perte incontrôlée de ces eaux de drainage, contaminées et très toxiques, peut avoir des effets très néfastes sur les milieux terrestre et aquatique situés près du site minier et se poursuit bien souvent sur de grandes distances. Par conséquent, la minimisation, le confinement et le traitement de ces eaux de drainage sont les principales préoccupations relatives à la gestion des déchets associée à l'exploitation possible d'une mine au gisement de Restigouche.

3.2.1 Potentiel de production d'acides

Le gisement peut se diviser en trois zones de teneur en sulfure. La roche de "l'éponte supérieure", qui recouvre le minerai, contient moins de 1 % de sulfures et, à cet égard, est similaire à la composition du soubassement inerte. La zone de minéralisation compte généralement plus de 90 % de sulfures. La roche de "l'éponte inférieure", sous-jacente au minerai, renferme jusqu'à 10 % de sulfures. Le potentiel de production d'acides de ces divers types de roches a été identifié en mesurant la teneur en soufre et la capacité de consommation d'acides de 74 échantillons de roche obtenus des carottes prélevées aux emplacements critiques à travers le gisement. Les résultats des analyses paraissent à l'annexe C.

Ces résultats identifient la roche de l'éponte inférieure, à quelques exceptions près, comme productrice d'acides alors que celle de l'éponte supérieure est, à quelques exceptions près également, consommatrice d'acides. La capacité de production acide de l'éponte inférieure est imputable à sa teneur en sulfure. Les essais effectués à ce jour

démontrent l'existence d'une corrélation entre les estimations visuelles de 2-1/2 à 3 % ou plus de sulfures (soit plus de 1 % S; voir l'annexe C) et le potentiel de production d'acides. La capacité de consommation acide de l'éponte supérieure provient vraisemblablement de la présence de calcite tardif et interstitiel renfermé dans les tufs felsiques et volcaniques. Il s'agit d'une composante relativement commune de ce type de roche et il devrait présenter un pH légèrement alcalin au passage des eaux souterraines (sections 4.1.4.3, 4.2.1.1 et 7.1).

Les essais de production d'acides effectués jusqu'à maintenant établissent une corrélation entre les estimations visuelles de 3 % ou plus de sulfures et le potentiel de production d'acides. Les résultats de l'exploration indiquent que les divers types de roches seront facilement identifiés pendant l'extraction. Or, les trous 112 à 115 ont été forés dans le but de fournir des échantillons pour les essais de production d'acides et pour évaluer la possibilité d'effectuer une estimation visuelle des sulfures. Les estimations visuelles des sulfures fondées sur les diagrammes de données de la carotte ont légèrement exagéré la qualité acidifiante des échantillons. Le trou 113 a été correctement identifié comme producteur d'acides sur toute sa longueur, et les trous 114 et 115 comme non producteurs d'acides sur toute leur longueur. Toutefois, bien que le trou 112 ait été identifié comme producteur d'acides sur toute sa longueur, seul les premiers 15 m l'étaient en fait (profondeur totale de 24 m). En fonction de ces données, l'inscription et les essais géologiques prudents permettront de séparer la roche inerte non productrice d'acides de la roche qui présente un potentiel de production d'acides.

À la fin de l'exploitation minière, le versant est de la carrière contiendra une certaine quantité de roches ayant un potentiel de production d'acides. Le périmètre nord renfermera de la roche inerte et le fond de la carrière sera caractérisé par un potentiel de production de drainages acides. Ces facteurs détermineront les méthodes utilisées pour la remise en valeur à long terme de la région.

3.2.2 Sources potentielles de déchets

Les sources des déchets potentielles de la mine à ciel ouvert proposée comprennent :

1. déchets stériles de gangue;
2. gangue productrice d'acides;
3. écoulement de surface du site de mise au rebut de la gangue stérile;
4. écoulement de surface du site de mise au rebut de la gangue productrice d'acides;
5. eau de mine pompée à l'extérieur de la carrière;
6. eaux usées créées par un personnel de 55 personnes;
7. déchets divers et ordures; et
8. combustibles et lubrifiants.

Les sections suivantes traitent des articles 1 à 5. Les eaux usées seront traitées par un système de fosse septique ou au moyen d'une méthode équivalente

approuvée par la province. Les déchets divers et les ordures seront envoyés à une des installations de traitement approuvées de la province (section 3.1.2). Les déchets de pétrole seront traités par un système de traitement des huiles usées approuvé.

3.2.3 Manipulation et traitement des déchets

Une méthode de gestion de la gangue a été élaborée selon laquelle les divers types de gangue seront traités le plus efficacement possible tout en respectant l'environnement. La quantité de gangue productrice d'acides extraite de la carrière sera réduite grâce à la gestion de résidus excercée sur place. De cette façon, une bonne quantité de ces déchets restera sur le site. De plus, il sera ainsi possible de remettre en place de manière plus efficace les matériaux qui auront été enlevés de la carrière (section 3.4). Les résidus d'exploitation enlevés du trou seront disposés en butées permettant la séparation des déchets inertes de ceux producteurs d'acides favorisant un contrôle plus serré des eaux de drainage. L'inspection des matériaux tirés du forage, du traçage des banquettes et des matériaux résultant d'une explosion rendront ce contrôle encore plus rigoureux.

Les principales installations qui se trouveront sur place et les réseaux proposés pour la collecte et le traitement des effluents acides sont représentés à la figure 3-2. Toutes les installations relatives à l'entreposage de la gangue productrice d'acides et au contrôle et au traitement des eaux de drainage seront situées en amont de la mine à ciel ouvert. Le système de gestion et de traitement des eaux de drainage sera conçu et

installé de façon à assurer que tout déversement d'eau de drainage, accidentel ou autrement inacceptable, se produise à l'intérieur de la carrière. Cette disposition viendra garantir qu'aucune eau de drainage en provenance de l'installation ne sera déversée dans le ruisseau Charlotte à moins d'être de qualité acceptable.

Les installations de gestion et de traitement des eaux acides se composeront de butées d'entreposage du minerai et des gangues sulfureuses, d'une aire de stockage des boues asséchées, d'un étang de retenue pour les effluents provenant des butées et le réseau de traitement des eaux usées comprenant les étangs connexes.

Comme l'illustre la figure 3-2, la décharge principale de gangue, contenant la roche non productrice d'acides, se trouvera à l'est de la carrière. L'eau de drainage en provenance de cette aire passera par un bassin de sédimentation avant d'être déversée dans le ruisseau. Le bassin de sédimentation retiendra les eaux pendant 12 heures, selon des conditions établies, pour assurer le dépôt des matières décantables.

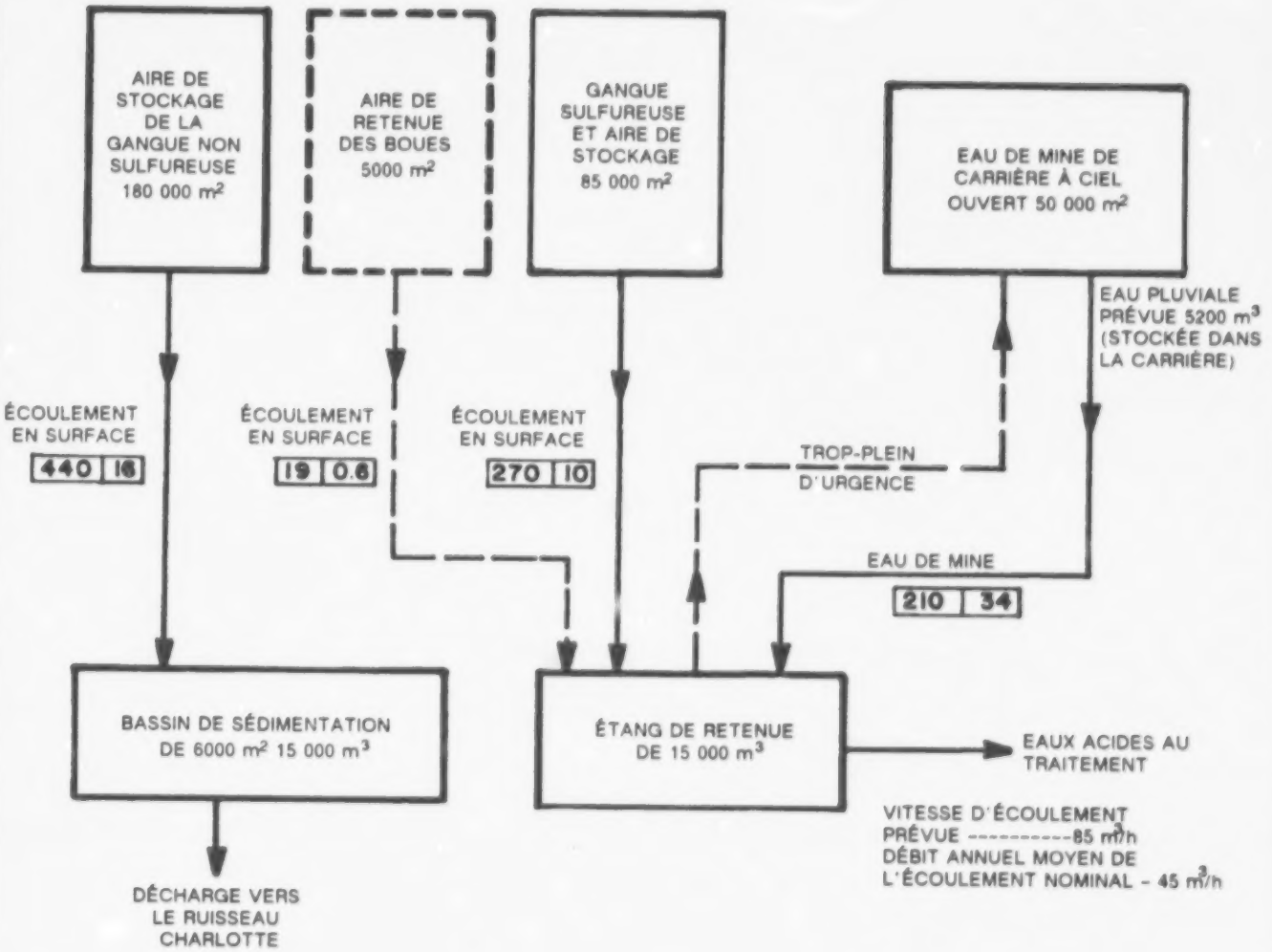
La source primaire du drainage acide sera dérivée de l'eau pompée de la mine à ciel ouvert et des écoulements des aires d'entreposage des gangues sulfureuses et du minerai. La vitesse de production des acides dans les aires d'entreposage de la gangue sera réduite grâce à l'utilisation de chaux en poudre ou en boue qui sera ajoutée à la roche au moment de son déchargement. Le minerai sera transporté au concentrateur externe au fur et à mesure qu'il sera extrait. Toutefois, une certaine capacité de stockage

du minerai sera prévue sur le site minier afin de mieux gérer le camionnage. La gangue sulfureuse, l'aire d'entreposage du minerai et l'aire de stockage des boues seront tapissées d'une moraine compactée, un recouvrement dont la perméabilité sera très faible. L'écoulement de ces aires et du site d'enfouissement des boues asséchées sera déversé dans un étang de retenue dont le fond aura été également recouvert.

L'eau de mine, pompée de l'exploitation à ciel ouvert, se jettera également dans l'étang de retenue. L'eau ainsi amassée, coulera par gravité dans un système de traitement visant à réduire le niveau d'acidité et de métaux lourds avant leur déversement dans les lagunes tertiaires et leur décharge dans le ruisseau Charlotte. L'étang de retenue pourra contenir l'écoulement pluvial provenant de la gangue sulfureuse et de l'aire d'entreposage du minerai pour une période de récurrence de 20 ans - précipitations d'une durée de 24 heures. Au cours de ces conditions extrêmes, l'eau de la mine ne serait pas pompée de l'exploitation à ciel ouvert. Si la capacité de l'étang de retenue est dépassée, le trop-plein sera déversé dans l'exploitation à ciel ouvert, comme l'indique la figure 3-2. La conception des divers aménagements des eaux de drainage et leur débit moyen se trouvent à la figure 3-3.

Les essais effectués sur les échantillons du sol ont indiqué que les matériaux de surface de la région peuvent être utilisés pour la construction et le revêtement des divers étangs, des fossés et des aires d'entreposage qui s'y rattachent. La teneur en humidité moyenne in situ était comparable à celle des valeurs optimales pour le

WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.



NOTA

1. 4 | 0.8 ← DÉBIT ANNUEL MOYEN DE L'ÉCOULEMENT (m^3/h)
   ← VITESSE D'ÉCOULEMENT PRÉVUE (m^3/h)
2. ÉCOULEMENT D'EAU PLUVIALE PRÉVU - PÉRIODE DE RÉCURRENCE 20 ANS - DURÉE 24 H - 90 mm. L'ÉTANG DE RETENUE PEUT CONTENIR L'ÉCOULEMENT D'EAU PLUVIALE DE LA GANGUE SULFUREUSE ET DES AIRES DE STOCKAGE DE MINERAI. LES ÉCOULEMENTS D'EAU PLUVIALE DE LA CARRIÈRE À CIEL OUVERT SERAIENT CONTENUS DANS LA CARRIÈRE.
3. ÉCOULEMENT ANNUEL MOYEN - 3 mm/j

FIGURE 3-3
PRODUCTION DES EAUX USÉES

compactage. Les structures de terrassement seront recouvertes d'un mètre de matériau équivalent à 5 x 10-7 cm/s (Environnement Canada, 1985). D'autres détails accompagneront la demande d'approbation de construction.

Le schéma de principe pour le traitement des effluents acides est représenté à la figure 3-4. Le réseau de traitement proposé représente la technologie "la plus pratique" (Environnement Canada, 1987; MacDonald et al., 1989) pour l'extraction de métaux pollués des eaux de drainage. Les installations de traitement auront un débit de 85 m^3/h.

Les caractéristiques du réseau de traitement dépendront principalent du débit et de l'acidité des eaux de drainage une fois l'extraction commencée. Ce débit et l'acidité de l'eau de mine et de l'écoulement de l'aire d'entreposage de la gangue augmenteront progressivement à un taux spécifique au site. L'accroissement de l'exposition des sulfures et le début de la production d'acides expliquent ce phénomène. Le laps de temps qu'il faudra équivaut à quelques mois. L'ajout de chaux à l'aire d'entreposage de la gangue et le temps d'exposition limité des sulfures dans les parois et le fond de la carrière réduiront le déversement acide dans l'eau de mine et l'écoulement en surface de l'aire d'entreposage de la gangue.

Compte tenu de ces facteurs, l'installation du réseau de traitement se fera en phases. La première phase (figure 3-4) sera entreprise avant qu'il y ait exposition des matériaux sulfureux. Le système illustré à la figure 3-4 présentera tous les procédés

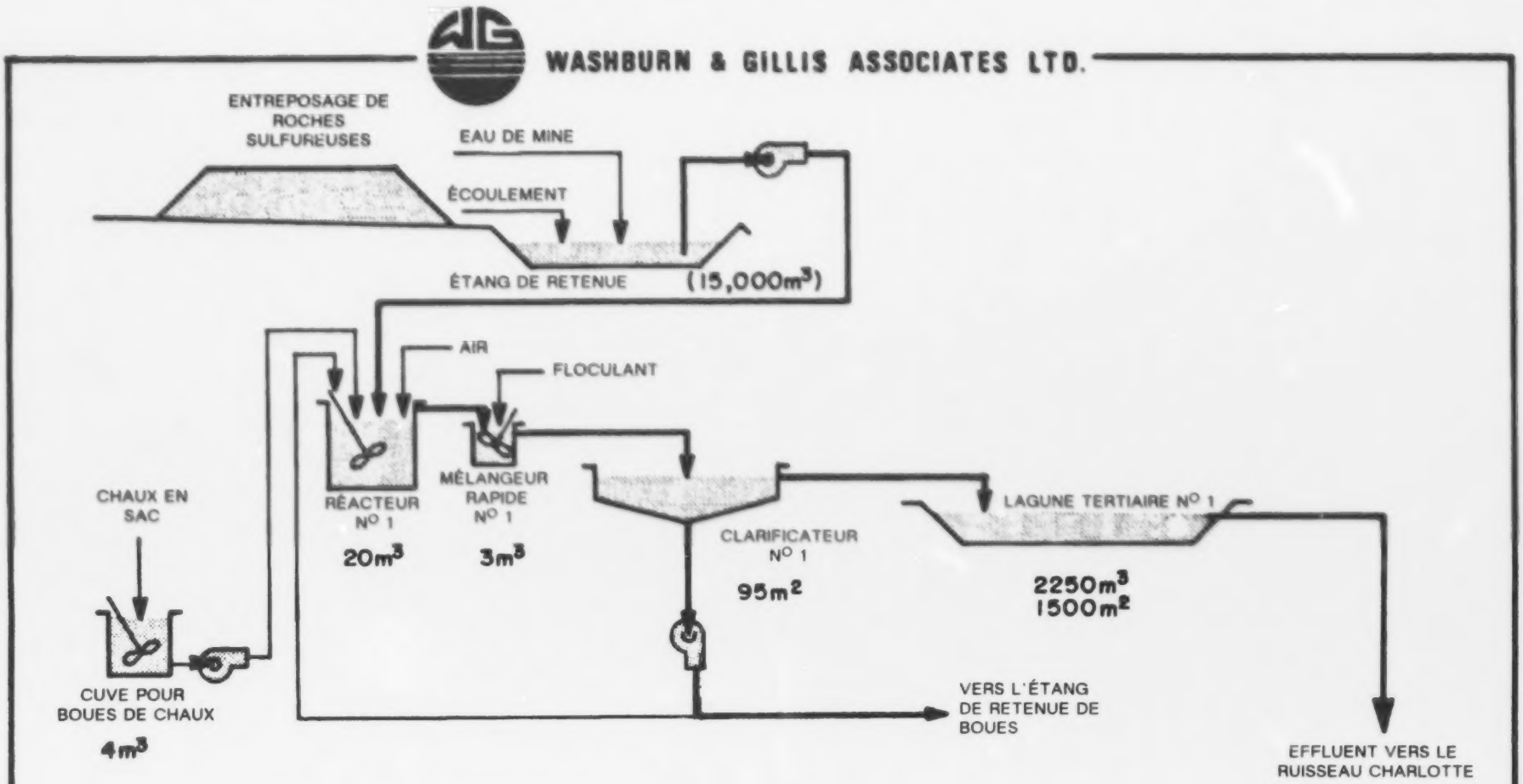


FIGURE 3-4

SCHÉMA DE PRINCIPE

RÉSEAU INITIAL POUR L'ÉPURATION DES EAUX ACIDES
VOLUME PRÉVU 85 m^3/h

nécessaires pour le traitement des eaux de drainage. La nécessité de la seconde phase sera déterminée d'après les tendances des particularités de l'eau de drainage pendant les quatre premiers mois d'exploitation. La seconde phase consisterait en un système d'assèchement des boues. Selon le débit prévu des eaux de drainage, une tendance du taux d'acidité à atteindre une valeur supérieure à 500 mg/L ($CaCO_3$) indiquerait la nécessité de la seconde phase pour permettre une gestion pratique de la production de boue (tableau 3-2). La conception et les détails de construction de tout le système, illustrés à la figure 3-5, seront élaborés avant le début de l'exploitation minière pour assurer l'intégration des deux phases et, surtout, pour permettre la mise en oeuvre de la seconde phase en quelques mois, au besoin.

Le traitement des boues avant leur élimination est fonction de la quantité produite et de leur stabilité chimique. Les boues riches en gypse peuvent être retournées dans la carrière pour y être éliminées. Si l'essai normalisé des boues (conformément au règlement 309 du ministère de l'Environnement de l'Ontario) indique que les métaux peuvent être lessivés, ceux-ci seront extraits des boues avant leur élimination. Le système de traitement doit comprendre un circuit de lixiviation à l'acide chlorhydrique pour faciliter l'extraction des métaux solubles (cuivre et zinc) des boues avant leur élimination sur place en tant que boues de gypse riche en fer. L'extraction des métaux solubles des boues traitées engendrera les quantités de concentré (riche en cuivre et zinc, pauvre en fer) illustrées au tableau 3-3.

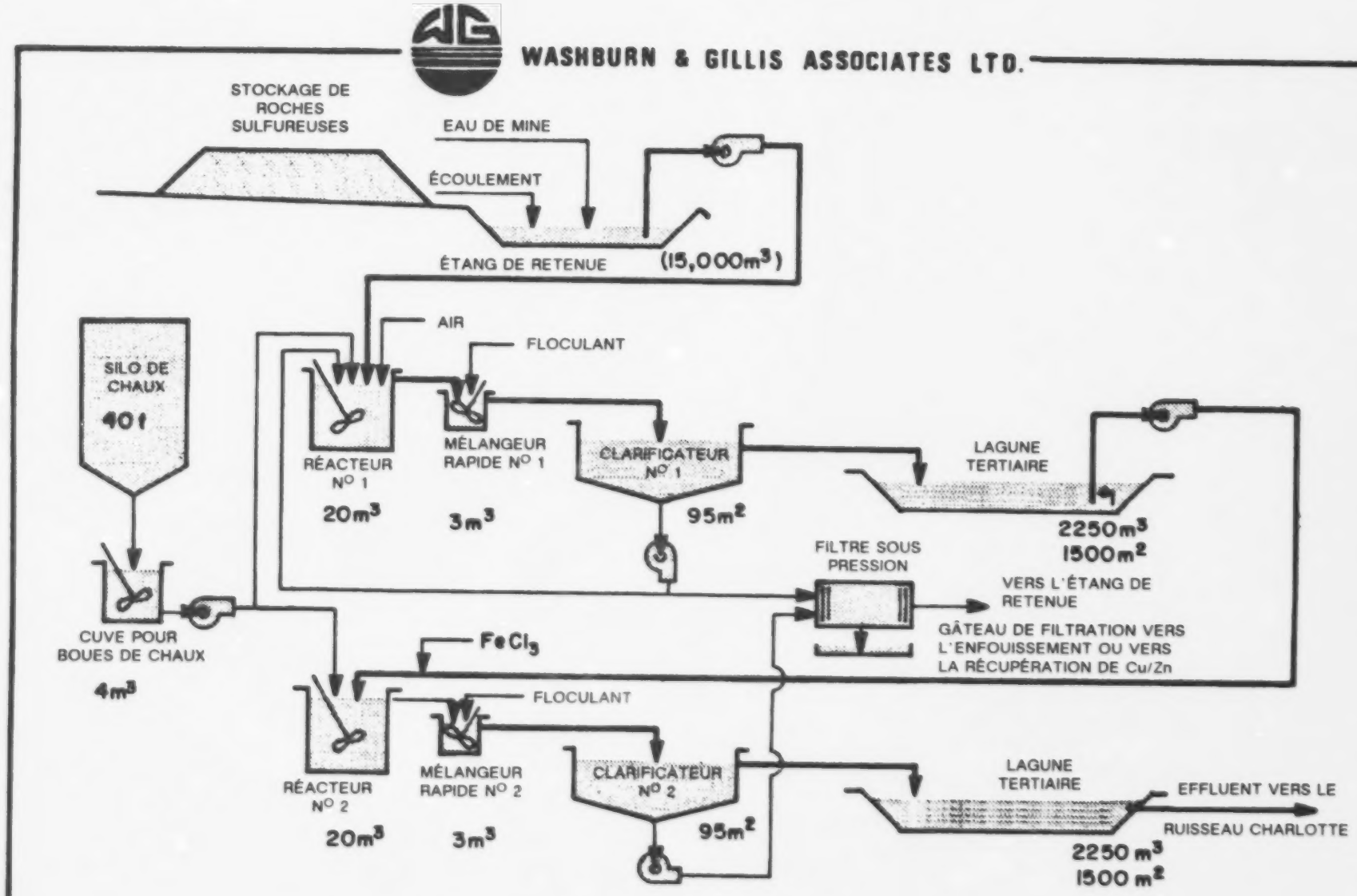


FIGURE 3-5
SCHÉMA DE PRINCIPE
RÉSEAU D'ÉPURATION DES EAUX ACIDES

SOURCE : K.D. PHINNEY, P.ENG.

TABLEAU 3-2

Production prévue de boues
(pour un débit moyen annuel de 45 m^3/h)

Acidité (mg/L en $CaCO_3$)	500	1500
Production de solides (t/an)	130	1100
Production de boues		
- des étangs ou des clarificateurs (m^3/an)	2400	20000
- du filtre à pression (m^3/an)	800	6000

TABLEAU 3-3

Quantités prévues de concentré
(pour un débit moyen annuel de 45 m^3/h)

Acidité (mg/L en $CaCO_3$)	500	1500
Concentré après lessivage (teneur en solides 80 %)	25 t/an	200 t/an

Le procédé de lessivage formera une boue de gypse stable riche en fer, qui peut être éliminée sur place en permanence, et un concentré riche en métaux. Le concentré peut être éliminé dans une installation de confinement assujettie sur le site, ou "préparé" pour être éliminé en permanence sur le site.

Le système global sera donc composé de trois éléments importants.

1. Un train de neutralisation pour faire précipiter les hydroxydes métalliques, les séparer de l'eau et recueillir les boues riches en métal qui en résultent.

2. Un train d'adsorption pour éliminer les oligo-éléments en les faisant adsorber par du flocon d'hydrate ferrique, les séparer de l'eau et recueillir les boues qui en résultent.

3. Un réseau de filtration à pression pour assécher les boues et permettre leur stockage et leur éventuelle élimination sur place.

Il est important de savoir que la mise en oeuvre du réseau par étape est la seule méthode justifiable des points de vue technique et économique. Le coût en capital de la première étape, y compris celui des installations connexes présentes sur le chantier (étangs, aires et fossés) est évalué à près de 0,8 million de dollars. Il est possible d'investir 1,3 million de dollars de plus pour mettre sur pied la deuxième étape qui, à notre avis, ne sera pas nécessaire pour obtenir des eaux résiduelles de qualité acceptable et garantir une bonne gestion des boues. La forme du gisement et la méthode prévue de gestion de la gangue devraient engendrer des drainages acides "dilués". L'utilisation du système de traitement de première phase est indiqué dans de telles conditions. Les

observations recueillies durant les premières phases de l'exploitation minière et le fait que la conception du système de traitement de deuxième phase soit terminée et disponible rendra possible la construction de ce dernier avant même qu'il soit nécessaire.

Les diverses capacités du matériel et des étangs (figures 3-4 et 3-5) reposent sur des conceptions "prudentes" pour assurer que l'effluent satisfasse aux normes de qualité requises. Le système de traitement sera conçu pour fonctionner quelles que soient les conditions atmosphériques. Les contrôles automatiques du pH et de la turbidité serviront à régulariser et à surveiller l'exploitation. Ces contrôles sont conçus pour déclencher des alarmes et empêcher automatiquement le déversement d'effluents imprévus dans le ruisseau Charlotte.

L'effluent traité sera régulièrement déversé dans le ruisseau Charlotte. Les quantités prévues d'effluent sont énumérées au tableau 3-4 pour des conditions diverses d'écoulements et de précipitations. L'effluent sera composé d'une solution alcaline de sulphate de calcium contenant des quantités minimes de divers métaux, notamment fer, zinc, cuivre et plomb. La qualité de l'effluent satisfera aux exigences des règlements sur les effluents liquides des mines de métaux (Environnement Canada, 1977; section 6.1.1.1).

TABLEAU 3-4

Débit nominal de l'effluent - En opération et après la remise en valeur du site

Source	Faible débit	Moyenne annuel	Printemps	Été
	m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h
site d'élimination de la gangue non productrice d'acides	0(0)	20(20)	80(80)	10(10)
site d'élimination de la gangue sulfureuse et des boues	0(-)	11(-)	19(-)	1,7(-)
Eaux de la mine	5,4(5,4)	34(14)	66(44)	30(10)

NOTA - 20(20) - débit lors de l'exploitation - 20 m^3/h (débit après la remise en valeur : 20 m^3/h)

3.3 Installations externes

Des installations appropriées de gestion des boues sont prévues à Caribou et à Heath Steele pour le forage du minerai de Restigouche (section 2.4.2). Les installations externes directement reliées au développement du site de Restigouche comprennent la dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte et la voie de camionnage.

3.3.1 Dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte

La dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte dans le bras sud assurera l'accès à la majeure partie du gisement et minimisera toute perturbation du ruisseau existant. La dérivation garantit un habitat de qualité égale à celle du bras nord. Elle sera située à environ 60 m du périmètre ouest de la mine à ciel ouvert (section 6.2.1.1). La dérivation est conçue de façon à ce que sa pente soit quelque peu inférieure à la section

du ruisseau qui sera remplacée. La conception suppose un canal muni d'un revêtement intérieur imperméable, recouvert de pierres et de gravier réduisant ainsi au minimum les dommages causés par l'érosion et assurant une stabilité initiale et permanente en ce qui a trait à la perte de sédiment. Diverses structures visant l'amélioration de l'habitat du poisson sont prévues dans le canal. Les détails de construction et de conception de la dérivation font partie intégrante de la demande de permis de modification des cours d'eau.

3.3.2 Voie de camionnage

Les routes existantes à proximité du site de Restigouche, quoiqu'elles desservent bien une exploration minière, ne conviennent pas au transport du combustible et du minerai. Des pentes escarpées et des virages serrés risquent d'entraîner les chauffeurs de camions chargés dans des manoeuvres dangereuses.

Par conséquent, Marshall a choisi un nouveau tracé pour la voie de camionnage. Il suit la voie d'accès existante autant que possible et emprunte des pentes et des courbes plus douces pour rendre le transport plus sécuritaire. La nouvelle route ne traverse aucun cours d'eau et débouche sur l'autoroute 180, située à proximité de la voie d'accès actuelle à la mine (figure 3-6).

La nouvelle route sera construite conformément au devis relatif aux chemins forestiers principaux et pourra servir toute l'année. Elle sera clairement identifiée à partir de l'autoroute 180 et, bien que son accès n'en sera pas limité, des panneaux signaleront que la route est réservée au camionnage.

Neil D.S. Westoll & Associates Ltd.

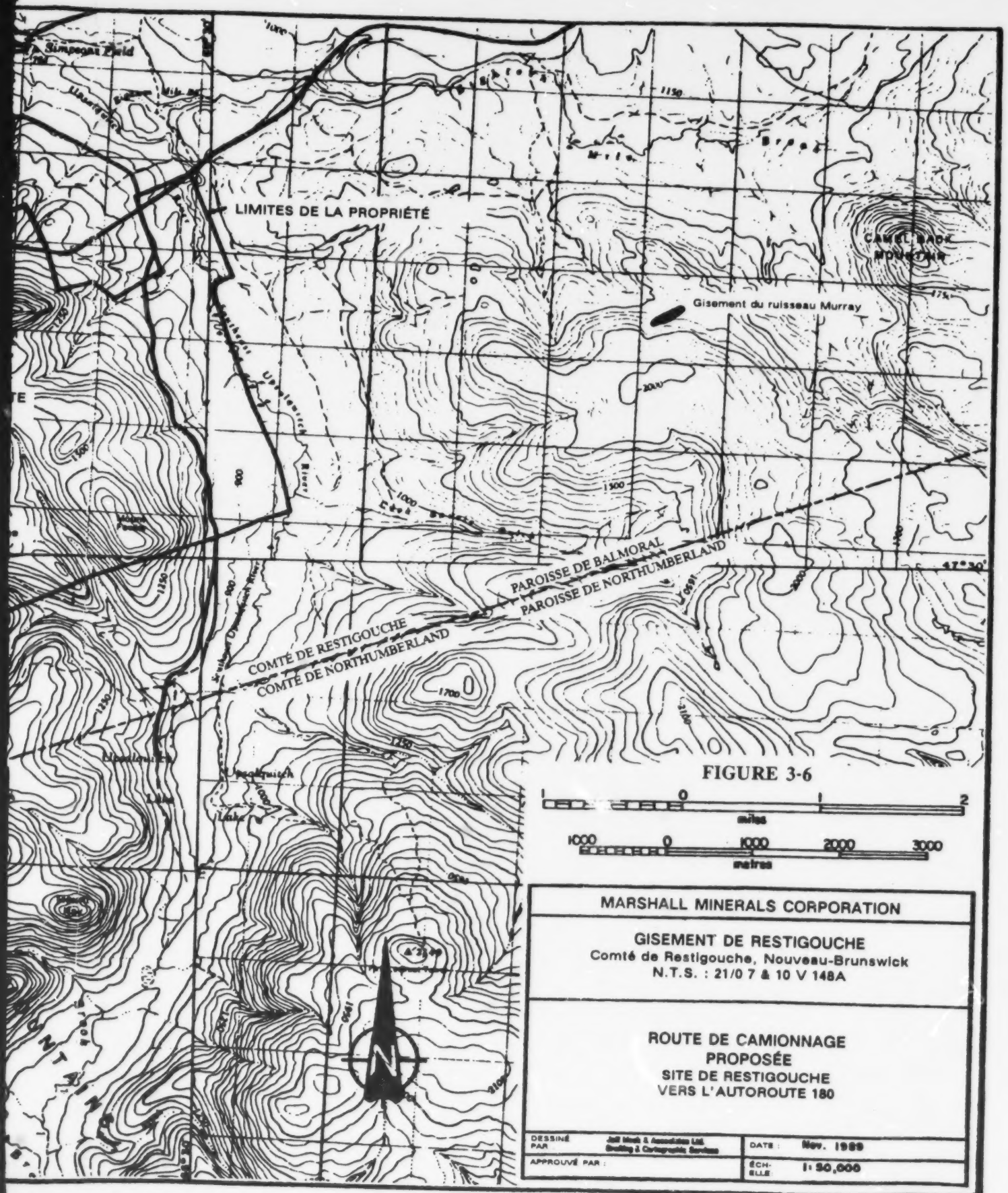

LIMITES DE LA PROPRIÉTÉ
Gisement du ruisseau Murray
CAMEL BACK MOUNTAIN
PAROISSE DE BALMORAL
PAROISSE DE NORTHUMBERLAND
COMTÉ DE RESTIGOUCHE
COMTÉ DE NORTHUMBERLAND
47°30'
miles
metres
MARSHALL MINERALS CORPORATION
GISEMENT DE RESTIGOUCHE
Comté de Restigouche, Nouveau-Brunswick
N.T.S. : 21/0 7 & 10 V 148A
ROUTE DE CAMIONNAGE
PROPOSÉE
SITE DE RESTIGOUCHE
VERS L'AUTOROUTE 180
DESSINÉ PAR
APPROUVÉ PAR :
DATE : Nov. 1989
ÉCHELLE 1:50,000

FIGURE 3-6

3.4 Plan de remise en valeur du site

Lorsque l'exploitation sera terminée, prématurement ou après épuisement du minerai, le site comprendra la mine à ciel ouvert, les aires de stockage, les étangs, les bases, les routes et les bâtiments. Il sera impossible d'abandonner le site dans ces conditions pour les raisons suivantes :

- production continue possible de drainages acides,
- caractère esthétique pitoyable des installations restantes et les conditions dangereuses dans lesquelles elles auront été laissées.

Il est nécessaire de concevoir des mesures de remise en valeur du site pour assurer que celui-ci sera abandonné dans des conditions stables, sécuritaires et esthétiquement acceptables.

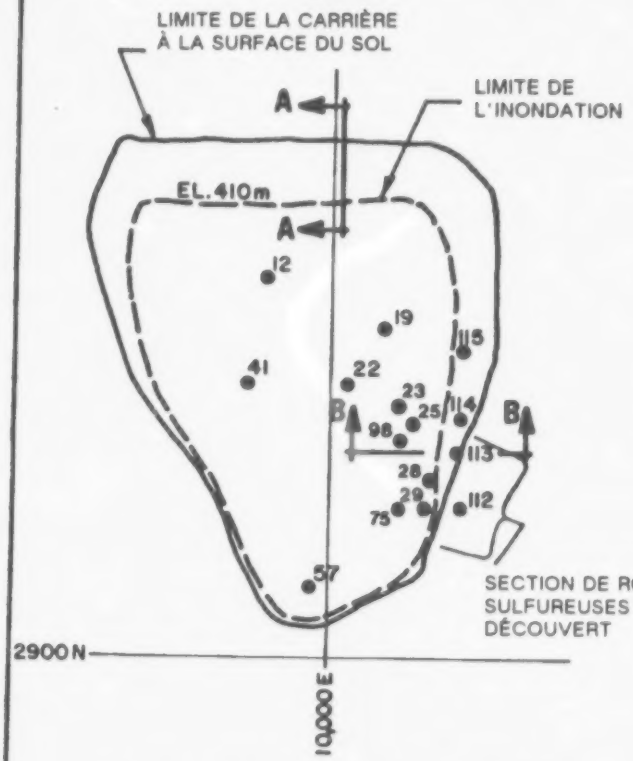
La mine à ciel ouvert et le dépotoir de gangue inerte resteront comme installations permanentes. Le dépotoir de gangue sera profilé, recouvert d'une couche de matériaux meubles et resemer et reboiser. L'on inondera la carrière ouverte jusqu'à ce que son trop-plein atteigne le niveau du ruisseau Charlotte à la hauteur du site. Ainsi, la carrière ouverte sera inondée en permanence. La totalité de la roche minéralisée se retrouvera sous au moins 1 m d'eau ou protégée contre l'exposition à l'oxygène. Il faudra probablement prendre des mesures spéciales à l'extrémité sud de la carrière avant de

l'inonder. Il faudra mettre en pente les parois de la banquette du trou, au besoin, pour assurer un profil d'équilibre graduel jusqu'à l'étang. La figure 3-7 illustre les principaux caractères du trou à une élévation inondée d'environ 410 m.

La totalité des roches et des boues de fer et de gypse, située dans l'aire de stockage des gangues sulfureuses, sera transférée au fond de la mine à ciel ouvert avant son inondation. Il faudra étendre ce matériau producteur d'acides au fond du trou et le recouvrir de morts-terrains (au moins 150 mm d'épaisseur). Les morts-terrains créent une barrière de diffusion entre les gangues sulfureuses et l'eau qui les recouvre. La gangue sulfureuse ne produira donc plus d'acides en raison de l'efficacité de la barrière d'eau à minimiser la vitesse de transfert de l'oxygène aux sulfures (Environnement Canada, 1987).

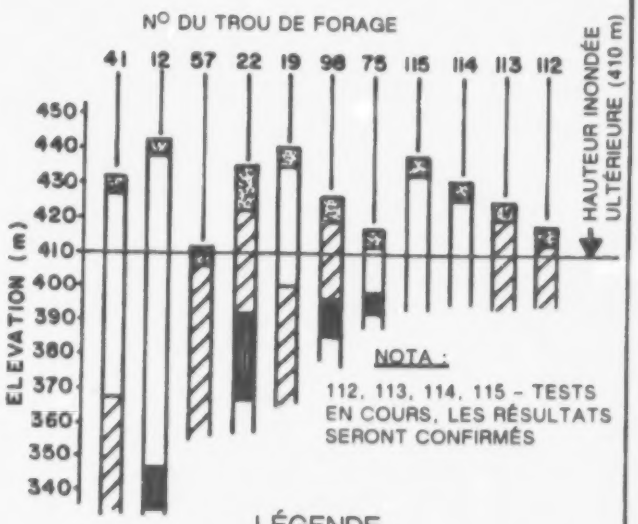
La séquence prévue d'extraction dans la mine à ciel ouvert prévoit le déversement des gangues productrices d'acides dans la partie sud épuisée de la carrière alors que l'extraction se poursuivra dans la partie nord. L'on pourra ainsi déverser une partie des gangues productrices d'acides directement dans le trou, au fur et à mesure qu'elles seront extraites. Les camions transportant le minerai et les déchets inertes à l'extérieur de la carrière reviendront chargés de déchets producteurs d'acides, réduisant ainsi de façon significative les coûts d'ensemble afférents à la manipulation des déchets acides. Selon le calendrier d'exploitation préliminaire (tableau 3-5), la totalité des déchets acides peut être retournée dans le trou avant l'achèvement du plan d'exploitation.

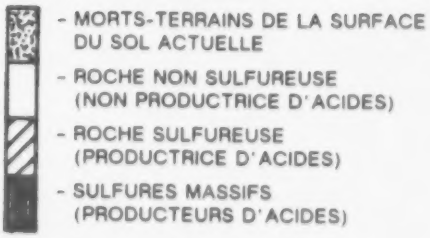
WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.



PLAN - CARRIÈRE À CIEL OUVERT

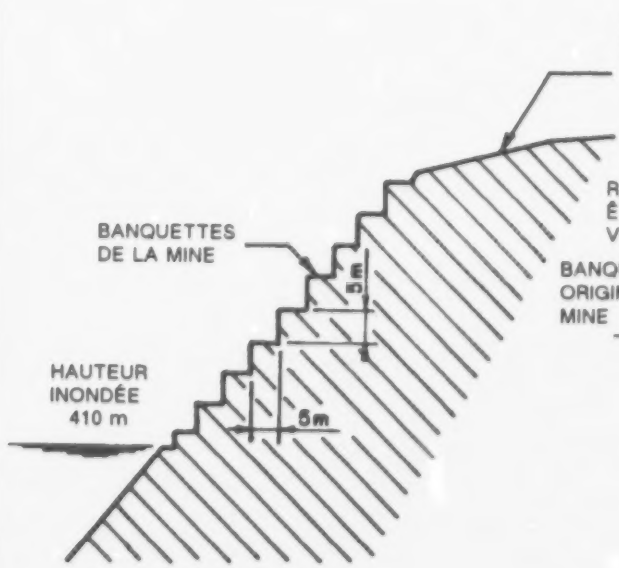
1 : 4000





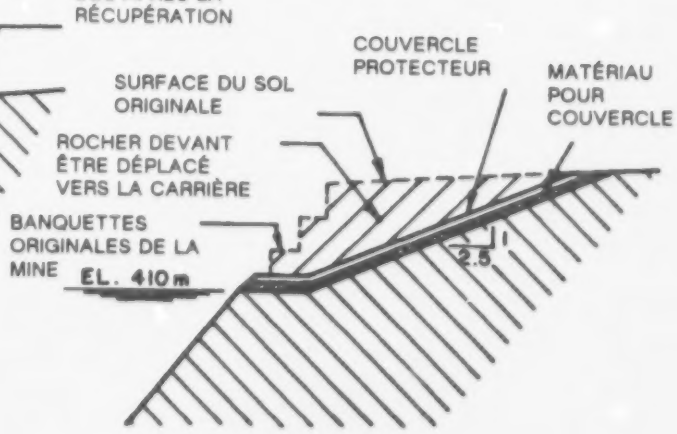
FORAGES

1 : 2000



SECTION A - A

RÉCUPÉRATION DE LA PAROI DE LA CARRIÈRE (ROCHE NON SULFUREUSE) 1:1000



SECTION B - B

RÉCUPÉRATION DE LA PAROI DE LA CARRIÈRE (ROCHE SULFUREUSE) 1:1000)

FIGURE 3-7

PLAN DE REMISE EN VALEUR DE LA CARRIÈRE

SOURCE : K.D. PHINNEY, P.ENG.

TABLEAU 3-5
PROJET DE RESTIGOUCHE
RÉSUMÉ DU CALENDRIER D'EXPLOITATION PRÉLIMINAIRE

PÉRIODE	MATÉRIAUX DÉPLACÉS			QUANTITÉ ÉLIMINÉE		QUANTITÉ DÉPOSÉE DANS LE TROU	
	MINERAI	DÉCHETS ACIDES	DÉCHETS INERTES	DÉCHETS ACIDES	DÉCHETS INERTES	DÉCHETS ACIDES	DÉCHETS INERTES
pré-exploit.	0	80	381	80	381	0	0
1	103	100	425	180	306	0	0
2	130	84	462	264	1268	0	0
3	0	0	539	264	1807	0	0
4	106	97	454	361	2261	0	0
5	90	50	439	411	2700	0	0
6	90	45	440	456	3149	0	0
7	90	45	432	501	3572	0	0
8	75	40	437	541	4009	0	0
9	78	21	471	406	4480	156	0
10	75	20	480	271	4960	155	0
11	80	20	475	135	5435	155	0
12	79	22	457	0	5392	157	0
TOTAL	996	624	5892			624	0

La roche encaissante située sous les sulfures massifs au site de Restigouche se caractérise par la présence de plus de 10 % de sulfures disséminés (section 2.2.2), principalement de la pyrite, concentrés dans un "chapelet". Le chapelet se limite à la zone située directement au-dessous des sulfures massifs. Bien que l'on sache qu'il peut s'étendre à des profondeurs considérables, il ne s'étend latéralement que sur une courte distance de la périphérie des sulfures massifs. Lorsque la mine sera épuisée et qu'elle pourra être inondée, toute roche sulfureuse dégagée, située dans les parois de la carrière inondée au-dessus de l'élévation 410 m, aura le potentiel de produire des acides.

Le massif sulfureux de Restigouche plonge vers le nord à environ 25° et s'incline à l'ouest à des angles variables entre 30° et 50°. Par conséquent, la succession d'épontes inférieures productrices d'acides repose bien au-dessous des limites de la carrière inondée au nord et à l'ouest du gisement (figure 3-8). La roche à découvert de l'éponte supérieure au nord et à l'ouest de la carrière inondée contient moins de 1 % de sulfures (estimation visuelle - section 3.2.1). La même série de roches compose les parties supérieures des trous 12 et 41 et n'est donc pas supposée produire des acides. À l'extrémité sud du gisement, le plancher de la carrière, qui est sulfureux, s'étend au-dessous du niveau inondé de la carrière (figure 3-7).

Toutefois, il existe un potentiel de production de drainages à qualité acidifiante le long d'une partie est du trou définitif. Les résultats des essais de production d'acides indiquent qu'environ 50 à 60 m de longueur du périmètre est de la carrière

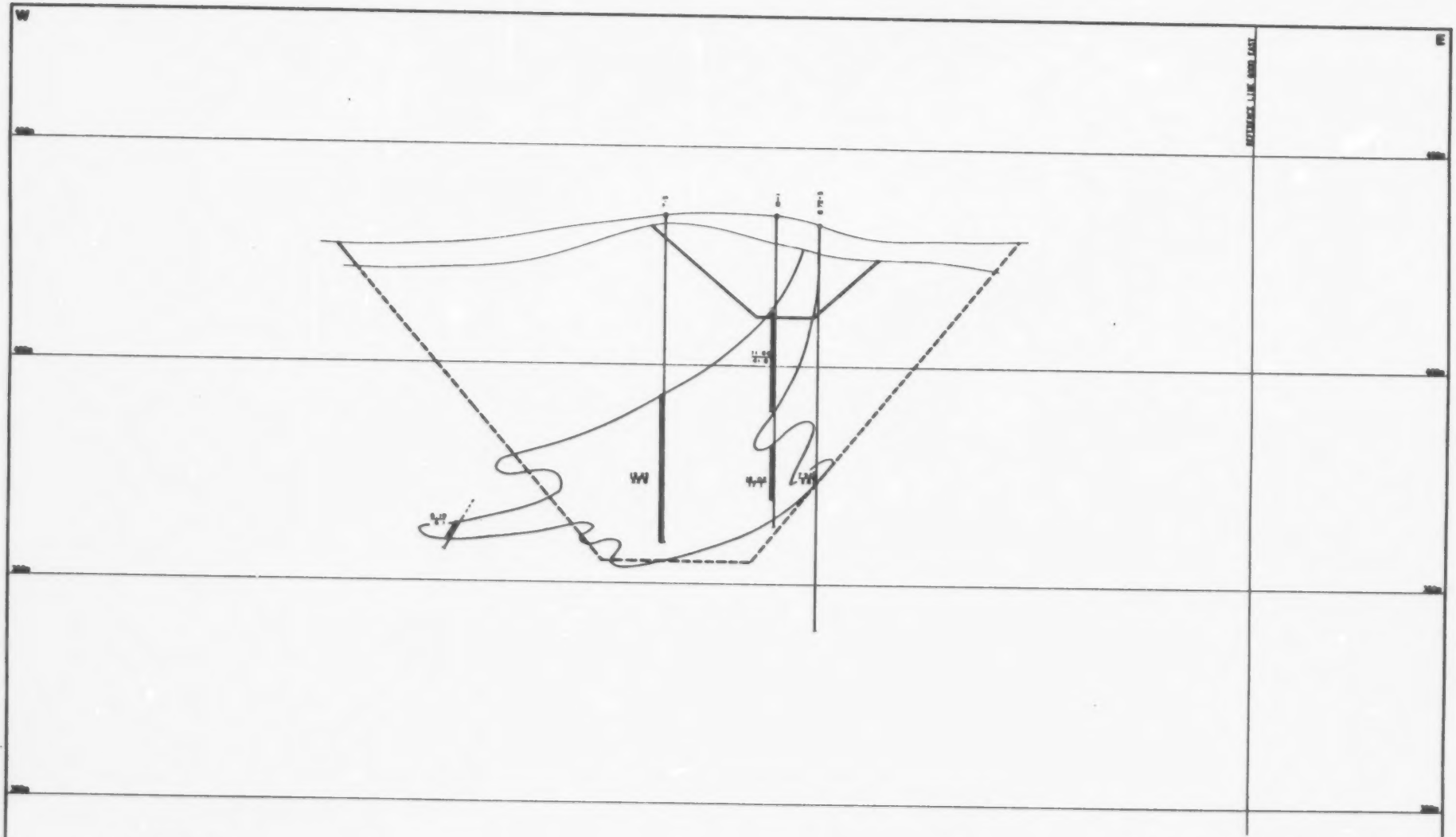


FIGURE 3-8

MARSHALL MINERALS CORPORATION
GISEMENT DE RESTIGOUCHE
Comté de Restigouche, N.-B.
SNRC : 21/9 7 et 10 V14SA

SECTION 3033 M N
QUADRILLAGE OPPOSÉ NORD

NEIL D.S. WESTOLL & ASSOCIATES LTD.

contiendrait de la roche sulfureuse dégagée après l'inondation de la carrière. La figure 3-7 illustre l'emplacement et l'étendue de cette partie. En fonction des données déjà recueillies (Annexe C), Marshall espère que le rocher sulfureux situé dans cette partie ne s'étendra que sur une distance limitée à l'est de la crête du trou. La compagnie a l'intention d'extraire le minerai sulfureux situé au-dessus du niveau inondé et de le déposer au fond de la carrière, avec d'autres déchets producteurs d'acides (comme nous l'avons déjà mentionné dans la présente section), avant de l'inonder. Si la roche sulfureuse s'étend sans interruption à l'est de la crête, le volume de la roche en question peut devenir important et le coût d'extraction et de dépôt dans le fond de la carrière augmenterait tout autant. Dans ces conditions, Marshall doit s'assurer que cette section s'incline vers la carrière et est recouverte d'un matériau imperméable (figure 3-7). Il faudra mettre en place un joint artificiel pour minimiser le passage d'air et d'eau. Le joint sera composé d'une membrane à très basse perméabilité et protégée par un matériau de couverture, des matériaux meubles et par un couvert végétal pour assurer une stabilité permanente. Les paramètres de conception afférents aux membranes et aux joints seront inclus dans la demande d'approbation de construction.

Le trou 57 (figure 3-7) se situe à l'intérieur de la carrière en un point qui doit être excavé à une élévation d'environ 370 m. Les sulfures (figure 3-7) qui s'y trouvent à une profondeur de 406 m, seront donc situés bien au-dessous du niveau d'inondation de 410 m lorsqu'ils seront excavés sur le plancher de la carrière. À partir de l'examen des rapports de forage effectués pour la totalité les trous situés dans la partie sud du gisement,

il est évident que les sulfures de la crête sud de la carrière seront recouverts d'au moins 4 à 5 m d'eau, lorsque la carrière sera inondée jusqu'au niveau 410 m. En outre, étant donné que la pente du plancher de la carrière est à 45° au nord de la crête sud, le couvert d'eau sera plus important du côté nord. Il est donc impossible que les roches productrices d'acides soient exposées à l'air au-dessus du niveau de l'eau lorsque la carrière sera inondée.

La remise en valeur du site sera achevée par l'enlèvement de toutes les structures, le remplissage de tous les étangs, la stabilisation d'une partie de la paroi est, au besoin, l'inondation de la mine à ciel ouvert, le profilage et le recouvrement de terre du dépotoir de déchets inertes et le profilage et l'ensemencement et le reboisement de la région perturbée. La voie de camionnage ne sera pas dérangée, sauf avis contraire du gouvernement provincial. Le plan de remise en valeur proposé peut être mis en oeuvre à n'importe quelle étape de l'exploitation de la mine.

3.5 Coûts du projet

3.5.1 Coûts d'exploitation

Marshall doit décider si l'exploitation du minerai de Restigouche sera effectuée par la compagnie même ou par un entrepreneur. Les données nécessaires à la prise de décision seront tirées de l'étude de faisabilité. Quelle que soit sa décision, Marshall assurera la surveillance du projet.

Le rapport Micon (Annexe A) traite des estimations des dépenses en capital de la pré-exploitation à Restigouche, en supposant que Marshall utilisera son propre personnel pour l'exploitation. Le coût total prévu des investissements pour une mine à ciel ouvert à Restigouche produisant 750 t de minerai par jour est évalué à 13,3 millions de dollars, ventilé comme suit.

Poste	Coût des investissements (en milliers de $)
INSTALLATIONS MINIERES	
Conception	200
Extraction préliminaire/échantillonnage de masse	1600
Matériel d'extraction	5000
Bâtiments et installations de surface	1600
Coût des investissements directs	8400
Éventualité (12 %)	1000
Fonds de roulement (3 mois)	1800
TOTAL PARTIEL - INSTALLATIONS MINIÈRES	11200
INSTALLATIONS POUR LA GESTION DES DÉCHETS	
Conception	120
Fossés, étangs, aires d'entreposage	300
Station de traitement	1480
Éventualité (12 %)	230
TOTAL PARTIEL - GESTION DES DÉCHETS	2130
COÛT DE DÉVELOPPEMENT TOTAL	13,330

3.5.2 Coûts de maintenance et frais d'exploitation

Micon a évalué les frais d'exploitation d'une mine à ciel ouvert à Restigouche à 26,95 $/t. Ceux-ci ont cependant été modifiés et incluent maintenant la gestion des déchets supplémentaires. Ils se ventilent comme suit.

Poste	Frais d'exploitation ($/t)
Forage	1,35
Explosion	2,75
Chargement	2,00
Camionnage	4,90
Frais d'extraction directs	11,00
Camionnage au concentrateur	5,40
Services sur le site (y compris la maintenance)	6,50
Questions écologiques	0,75
Administration	3,30
Gestion des déchets supplémentaires	0,47
TOTAL DES FRAIS D'EXPLOITATION	27,42

En fonction de l'extraction de 262 500 t de minerai par an, les frais d'exploitation et les coûts de maintenance annuels à Restigouche sont évalués à 7,2 millions de dollars.

3.5.3 Coûts inhérents à la remise en valeur du site

À l'arrêt des opérations au site de Restigouche, le plan de remise en valeur prévoit le retour de la gangue productrice d'acides, provenant du tas de déchets de sulfure, dans la carrière épuisée. En supposant qu'environ 0,541 millions de tonnes des déchets extraits de la carrière sont producteurs d'acides et que les coûts associés au retour de la gangue dans le trou de mine sont évalués à 2 $/t, le retour des gangues acides peut totaliser 1,08 millions de dollars. Les activités supplémentaires de remise en valeur du site (section 3.4) sont évaluées à près de 500 000 $.

En résumé, les coûts totaux prévus pour terminer le plan de remise en valeur inconditionnel à Restigouche sont évalués à environ 1,6 millions de dollars. Cette évaluation repose sur l'approche de la pire éventualité pour la gangue productrice d'acides et la remise en valeur du site.

3.5.4 Besoins en main-d'oeuvre

3.5.4.1 Construction

L'exploitation proposée d'une mine à ciel ouvert à Restigouche n'est pas limitée par un calendrier de construction particulier en raison du petit nombre de bâtiments à ériger ou d'infrastructures à mettre en place. L'équipe chargée des opérations participera à toutes les tâches de préparation, et la main-d'oeuvre locale augmentera durant 2 à 3 mois jusqu'à ce que l'exploitation fonctionne à plein régime. Marshall n'a donc pas évalué les besoins en main-d'oeuvre pour cette phase.

3.5.4.2 Exploitation

Selon l'estimation préliminaire de Marshall, les effectifs nécessaires à l'exploitation de la mine de Restigouche et aux réseaux de camionnage de minerai totalisent 55 (36 le jour et 19 l'après-midi et la nuit). Le tableau 3-6 décrit la répartition de la main-d'oeuvre.

TABLEAU 3-6

Besoins prévus en main-d'oeuvre
pour l'exploitation de la mine

	Jour	Après-midi	Nuit	Total
Personnel technique et administratif	9	-	-	9
Ateliers et services	9	4	-	13
Mine (y compris le camionnage jusqu'à Caribou)	18	12	3	33
TOTAUX	36	16	3	55

4.0 MILIEU BIOPHYSIQUE

Afin de permettre l'évaluation de l'impact qu'aura sur l'environnement la mine proposée, voici un aperçu du milieu biophysique qui se compose principalement des milieux terrestre et aquatique.

4.1 Milieu terrestre

La description du milieu terrestre tient compte des facteurs suivants : l'usage des terres à proximité du site de la mine proposée, la route de camionnage, la géologie et l'hydrogéologie. La description se fonde sur les renseignements disponibles, le résultat des rencontres avec les directeurs des ressources intéressés et les études effectuées sur les lieux, entreprises en 1988 et 1989. Cette section du rapport examine le milieu terrestre sur lequel la mine serait située, dans son état actuel.

4.1.1 Description du site minier

Le gisement de Restigouche se trouve dans la région climatique des hautes terres du centre du Nouveau-Brunswick. En général, cette région se caractérise par ses étés relativement courts et frais et ses hivers longs et froids comparativement au reste de la province. Les températures moyennes mensuelles sont d'environ -14 °C en janvier et 17 °C en juillet. Le niveau maximum de précipitation annuelle est approximativement 1 500 mm, pour une moyenne d'environ 1 030 mm. L'écoulement annuel de cette région correspond à environ 610 mm.

De nombreux chemins croisent la région entre le gisement et l'autoroute 180, principalement à cause d'activités de camionnage et d'exploration antérieures. La région située près du gisement a été en partie nettoyée à cause des activités d'exploration.

La couverture végétale de Restigouche est caractéristique des forêts des montagnes de la région forestière acadienne. Le bureau régional du MRNE a confirmé le déboisement des pentes de la vallée se trouvant le long de la rive nord du ruisseau Charlotte, près de l'installation, il y a 30 ans. Les pentes de la vallée situées le long de la rive sud du ruisseau, près de Restigouche, ne semblent pas avoir été déboisées récemment.

La forêt de regénération sur la rive nord du ruisseau Charlotte se compose principalement de trembles, de bouleaux blancs, de petits merisiers, et de jeunes sapins baumiers, épinettes et pins blancs. Sur la rive sud du ruisseau, on retrouve principalement du sapin baumier et de l'épinette adultes. Le lit de la vallée comprend des aulnes et, dans les régions plus sèches, du sapin baumier. Des étangs à castors abandonnés et asséchés, sur le site de Restigouche, sont recouverts d'herbe et d'aulnes. Après avoir consulté les représentants du MRNE de l'université du Nouveau-Brunswick et du musée du Nouveau-Brunswick, aucune espèce florale ou faunique à caractère unique, pouvant être mise à risque par l'installation d'une mine, n'a été identifiée dans la région.

On croit que la plupart des espèces fauniques originaires du centre nordique du Nouveau-Brunswick fréquentent la région durant au moins une partie de l'année. De nombreuses pistes de cerfs et d'orignaux ont été observées lors des visites des lieux. Selon le bureau régional du MRNE, le site de Restigouche n'est pas à proximité d'un ravage important pour le cerf ou l'orignal. Le ravage de cerf le plus proche (connu sous le nom de Simpson's Field) se situe le long du ruisseau Simpson, à environ deux kilomètres au nord-ouest du site. L'emplacement probable du ravage a été déterminé d'après une étude sur le terrain effectuée entre 1986 et 1988 (G. Godin, communication personnelle, MRNE, 1989) et est représenté à la figure 4-1.

4.1.2 Description de la région de la route de camionnage

La forêt située le long de la voie d'accès actuelle montre des indices de regénération d'anciennes coupes à blanc (25 à 30 ans). En effet, on y remarque la présence de souches en décomposition, d'anciens chemins d'exploitation et la petite taille des arbres. Il s'agit d'une forêt mixte se composant d'épinettes, de sapins baumiers, de peupliers faux-trembles, de bouleaux blancs et d'érables rouges. Les régions plus humides supportent également la croissance de cèdres blancs et d'aulnes de montagne. Au cours de l'étude des lieux, on a observé des pistes de cerfs, d'orignaux et d'ours.

4.1.3 Utilisation des terres

En milieu terrestre, de nombreuses zones utilisées ont été identifiées. Leur emplacement par rapport au site minier proposé est illustré à la figure 4-1.

4.1.3.1 Baux de concession forestière

L'emplacement de l'exploitation proposé se trouve sur des terres de l'État dans une région appelée concession d'Upsalquitch. Le gouvernement provincial a loué les droits d'exploitation du bois à pâte de cette région à la New Brunswick International Paper Company (NBIP). D'autres produits du bois (billots, feuilles de placage, etc.) peuvent y être obtenus par des sous-traitants conformément aux conditions stipulées dans ce permis. Des plans de coupe ont été enregistrés par la NBIP pour une région devant être coupée entre 1992 et 1997 près de l'emplacement de l'exploitation proposée (V. Mercer, MRNE, communication personnelle, 1989). La figure 4-1 illustre cette région.

4.1.3.2 Chasse

Le bassin hydrographique d'Upsalquitch est une région populaire de chasse, comme le sont bien d'autres régions éloignées de cette partie de la province. Redmond (MRNE, communication personnelle, 1989) suppose que les chasseurs parcourent presque toutes les routes de forêt accessibles pendant les mois d'automne à la recherche de diverses espèces de gibier. C'est un fait reconnu : l'emplacement du site minier proposé est fréquenté par les chasseurs.

Toutes les espèces de gibier particulières au Nouveau-Brunswick se retrouvent dans la région entourant le bassin hydrographique d'Upsalquitch. L'automne, la chasse à l'orignal, par exemple, se limite à un certain nombre de chasseurs résidents. Selon les statistiques de chasse de 1987, 125 orignaux ont été enregistrés dans le comté de

WASHBURN & GILLIS ASSOCIATES LTD.

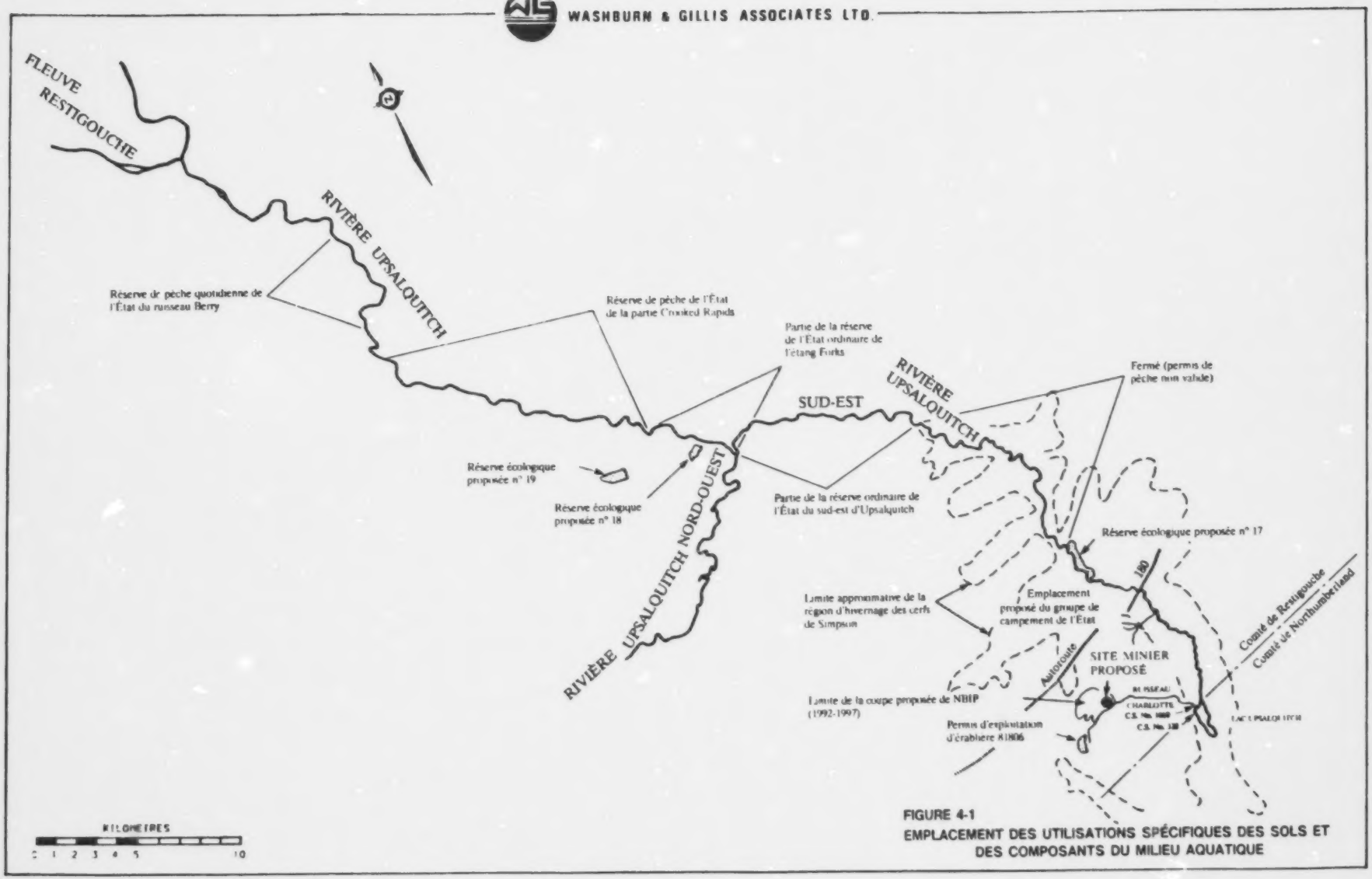


FIGURE 4-1
EMPLACEMENT DES UTILISATIONS SPÉCIFIQUES DES SOLS ET DES COMPOSANTS DU MILIEU AQUATIQUE

Restigouche, soit environ 7 pour cent de la récolte totale pour la province au cours de l'année. Si l'on se fonde sur le pourcentage de succès du chasseur, estimé à 35 pour cent pour cette année, on peut en déduire qu'environ 360 chasseurs ont chassé l'orignal dans ce comté durant la saison de chasse 1987 de trois jours.

Le cerf de Virginie est le gros gibier le plus populaire de la province. En 1987, par exemple, plus de 100 000 chasseurs ont acheté un permis. Dans la paroisse de Balmoral (l'emplacement du gisement de Restigouche), de 60 à 225 cerfs sont abattus chaque année (au cours des deux dernières saisons, ce nombre a baissé dû à la réglementation relative à une saison de chasse réduite et à l'entrée en vigueur de la chasse des mâles seulement). Cette paroisse compte entre 200 et 900 chasseurs de cerfs chaque automne.

Par ailleurs, la popularité de la chasse à l'ours noir semble croître dans la province. En 1987, 5 365 chasseurs (la plupart des non-résidents) ont abattu 976 ours. De ce nombre, 64 (soit 6 pour cent) provenaient du comté de Restigouche (environ 320 chasseurs).

En plus de la chasse au gros gibier, près de 5 000 permis de chasse au petit gibier ont été émis dans la région 1 en 1988 (comtés de Restigouche et de Gloucester). En outre, un permis de chasse au cerf est également valide pour la chasse au petit gibier. Les principales espèces de petit gibier chassées comprennent : la gélinote huppée, le tétras des savanes, le lièvre et les animaux "nuisibles" (corneilles, marmottes, cormorans, etc.).

De plus, un certains nombre de permis de chasse générale visant à réduire le nombre d'animaux nuisibles durant toute l'année et des permis fédéraux de chasse aux oiseaux migrateurs (canards, oies et bécasses) sont également émis. Ces chiffres confirment que la chasse est une activité populaire et répandue dans cette région du Nouveau-Brunswick.

4.1.3.3 Piégeage

Environ 200 trappeurs se sont enregistrés dans le comté de Restigouche en 1988. D'après le bureau régional du MRNE, le piégeage des animaux à fourrure se fait dans toute la région du bassin hydrographique d'Upsalquitch. Godin (MRNE, communication personnelle, 1989) suppose que la région longeant le ruisseau Charlotte n'est que peu utilisée aux fins de piégage, ou pas du tout. On croit que la région entourant les lacs Portage, plusieurs kilomètres à l'ouest de l'emplacement de l'exploitaton proposé, fait l'objet d'activités de piégage plus nombreuses.

4.1.3.4 Baux de terrains de camping

Un certain nombre de terrains de camping, appartenant à l'État, se trouvent éparpillés au sud-est du bassin hydrographique d'Upsalquitch. Ces propriétés consistent en parcelles de un acre de terrain loué à des sociétés ou à des particuliers en retour de frais annuels (150 $). Les propriétés les plus rapprochées de l'emplacement du gisement proposé comprennent deux terrains au Lac Upsalquitch (figure 4-1), dont l'une (portant le numéro 1069, louée à Jean Goulette) se trouve sur le ruisseau Charlotte. L'autre (portant

le numéro 328, louée à la NBIP), donne sur le rivage du lac. Ces terrains se trouvent à environ 4 km de l'installation. Par ailleurs, la création d'un ensemble de huit nouveaux terrains de camping a été approuvée dans une région située près de la voie d'accès au Lac Upsalquitch, à environ 1,5 km de l'autoroute 180. L'État impose actuellement des restrictions sur l'exploitation éventuelle d'autres terrains de camping sur les rives du Lac Upsalquitch (comme c'est le cas pour la plupart des lacs de la province). Toutefois, le MRNE confirme qu'on planifie l'aménagement d'une aire de pique-nique et de camping de 10 emplacements sur les rives du Lac Upsalquitch.

4.1.3.5 Baux d'exploitation d'une érablière

Il existe un certain potentiel d'exploitation de la sève d'érable. Une région située à environ 2 km au sud-ouest du gisement (figure 4-1) a été louée (permis de cueillette de la sève, no 81806, émis à N. Arseneault pour 2 600 chalumeaux). Toutefois, ce bail a été résilié l'année dernière en faveur d'une autre installation près de Bathurst. Néanmoins, il importe de noter que la région comprenant le site minier proposé compte un nombre insuffisant de grands érables pour actuellement justifier l'exploitation d'une érablière.

4.1.3.6 Réserves écologiques

Une proposition vise la mise en place de trois réserves écologiques dans le bassin hydrographique d'Upsalquitch (figure 4-1). Les trois zones sélectionnées sont représentatives des écosystèmes forestiers caractéristiques de cette région de la province.

Aucune réserve écologique existante ou à venir ne se trouve à proximité du site minier proposé. Des trois réserves écologiques susmentionnées, la plus proche de l'emplacement d'exploitation proposé (no 17) est adjacente à la Rivière Upsalquitch sud-est, dans la région connue sous le nom de Gorge du sud-est, à plus de 6 km.

4.1.3.7 Cueillette des crosses de fougère

Les crosses de fougère, pousses du printemps de la ptérétide noduleuse, constituent une denrée alimentaire sauvage très recherchée. Les moissonneurs en font la cueillette, dans les vallées de ruisseaux, à des fins commerciales et domestiques. Cependant, la vallée du ruisseau Charlotte ne constitue pas un lieu important pour la cueillette des crosses de fougère (G. Godin, MRNE, communication personnelle, 1989).

4.1.3.8 Utilisation récréative non-consommatrice

L'ensemble de la région du Lac Upsalquitch est largement visitée par le grand public. Les touristes y pratiquent la marche à pied et le camping en raison de sa proximité du parc provincial du Mont Carleton et de son accès facile par l'autoroute 180. Il n'existe aucune statistique quant au taux de fréquentation des lieux à des fins récréatives, mais l'on estime que les régions à proximité des plans d'eau (lacs et rivières) sont en général très fréquentées. Selon toute probabilité, l'emplacement spécifique de l'exploitation proposé devrait connaître un faible taux d'utilisation à des fins récréatives (M. Fitton, MRNE, communication personnelle, 1989). En effet, l'éloignement du site d'exploitation et le caractère peu particulier de son environnement, par rapport aux régions avoisinantes, expliquent cet intérêt peu marqué pour la pratique des loisirs.

4.1.3.9 Richesses du patrimoine

La Rivière Upsalquitch a été choisie pour faire partie d'une étude portant sur l'aménagement de réseaux hydrographiques au Nouveau-Brunswick. Cette étude a pour but d'évaluer les rivières sélectionnées afin de déterminer si elles constituent une richesse importante du patrimoine provincial et si elles répondent aux conditions permettant de les annexer au Réseau des rivières du patrimoine canadien. L'étude est actuellement en cours, et il faudra attendre plusieurs mois avant d'obtenir des résultats.

À cet égard, la Rivière Upsalquitch a peu de valeur connue. On n'y retrouve pas de sites archéologiques enregistrés et les emplacements de colonies plus récentes remontent à l'époque de l'industrie du bois dans les années 1800 (scieries régionales et autres formes de petites industries alimentées à l'hydro-énergie). Toutefois, l'existence de plusieurs sentiers de portage historique entre le réseau de la Rivière Upsalquitch et d'autres cours d'eau de la région est évidente. Néanmoins, peu de données existent à leur sujet. Or, la plupart de ces sentiers sont longs et ardus et leur utilisation fut probablement très limitée. Par conséquent, ils sont d'une importance minime par rapport aux autres sentiers de portage historique de la province.

4.1.4 Géologie et hydrogéologie

4.1.4.1 Géologie des formations superficielles

La région entre le Lac Upsalquitch et le Lac Second Portage est recouverte d'une moraine dont l'épaisseur moyenne, selon les cartes actuelles, est inférieure à 0,5 m (Rampton et al., 1984). La profondeur réelle jusqu'au soubassement, dans la région de la

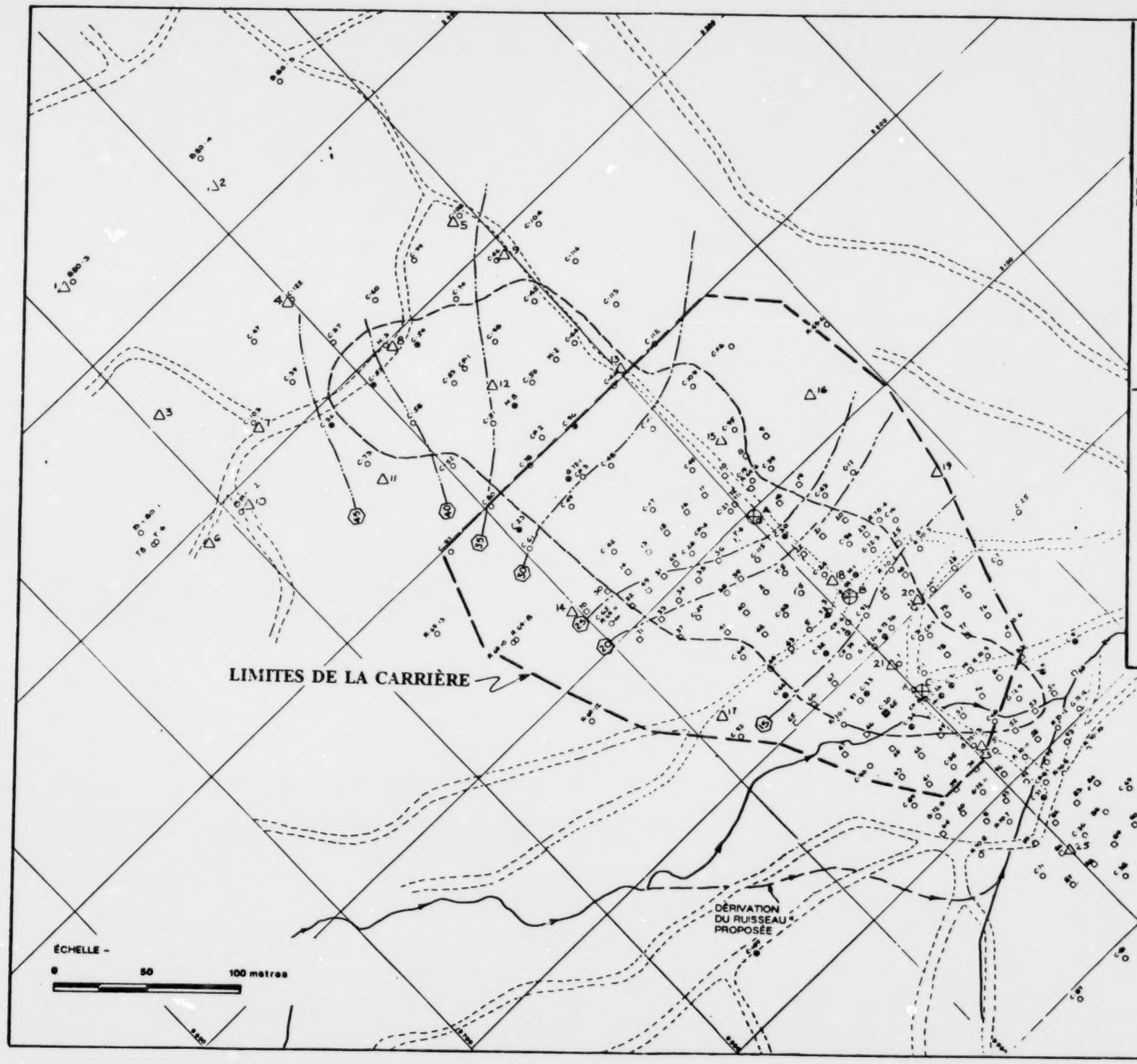
mine, varie de 0 à 4,11 m d'après les relevés effectués dans 24 puits de recherche dont l'emplacement est illustré à la figure 4-2. La profondeur moyenne à la roche était de 0,88 m.

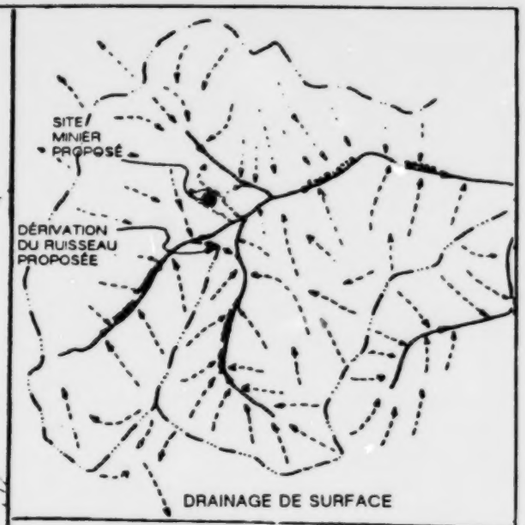
Nature des morts-terrains

Pour les besoins de l'étude, 24 puits de recherche ont été creusées à l'aide d'une excavatrice sur chenilles. Les données détaillées relativement à ces fosses et les résultats des tests de laboratoire effecutés sur les échantillons de sol recueillis figurent à l'annexe D.

Une mince couche de sable silteux et de gravier se trouve directement au-dessous de la terre végétale. L'épaisseur combinée de ces formations superficielles et des composés organiques est en général de 0,25 m.

Cependant, pour un tiers des emplacements des puits de recherche, la couche superficielle reposait directement sur le soubassement. Ailleurs, elle se superposait à une moraine d'ablation ou à une moraine de fond renfermant également de l'argile. Les deux types de moraine n'étaient présents qu'à un seul des emplacements des puits de recherche (TP 3). Le soubassement se trouvait immédiatement sous les moraines. L'épaisseur des divers morts-terrains rencontrés à chaque emplacement de puits de recherche se trouve au tableau 4-1.





DRAINAGE DE SURFACE

LÉGENDE

- ROUTE FORESTIÈRE
- LIMITES DU SITE MINIER PROPOSÉ
- COURS D'EAU EXISTANT
- DÉRIVATION PROPOSÉE DE COURS D'EAU
- LIGNE DE PARTAGE DE L'EAU DE SURFACE
- DIRECTIONS DU DÉBIT DE L'EAU DE SURFACE
- QUADRILLAGE DU SITE MINIER
- TROUS DE FORAGE
- PUITS DE RECHERCHE
- PUITS DE SURVEILLANCE
- NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES (les mètres supérieurs à 400 m) PRÉLEVÉS LE 85-12-09

FIGURE 4-2

GEMTEC

PROJET PROJET MINIER DE LA CARRIÈRE À CIEL OUVERT DE RESTIGOUCHE ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

PLAN D'ENSEMBLE DÉTAILLÉ

PROJET N° 298.01	DESSIN N° 298. 01-1 FIGURE 2
DATE JUIN 1989	ÉCHELLE 1:1000 U.M.S
DESSINÉ PAR CM	VÉRIFIÉ PAR

TABLEAU 4-1

Sommaire des données recueillies dans les puits de recherche

No de puits de recherche	ÉPAISSEUR (m)				PROFONDEUR (m)	
	Matériaux meubles, Gravier superficiel	Divers	Moraine		Roc	Puits de recherche
			Ablation	Soubassement		
1	0,22		-	0,39	0,61	2,59
2	0,15		0,15	-	0,30	0,61
3	0,22		1,00	0,76	1,98	1,98
4	0,21		-	0,40	0,61	0,79
5	0,10		0,20	-	0,30	0,91
6	0,31		-	3,35	3,66	3,66
7	0,31		-	-	0,31	0,91
8	0,24		-	-	0,24	0,76
9	0,37		-	-	0,37	0,79
10	0,25		-	0,36	0,61	0,91
11	0,61		-	-	0,61	0,91
12	0,27		0,34	-	0,61	0,76
13	0,30		-	-	0,30	0,91
14	0,25		-	0,66	0,91	0,91
15	0,25		-	-	0,25	0,91
16	0,25		0,66	-	0,91	1,52
17	0,22		0,26	-	0,48	1,06
18	0,22	3,43*	0,46	-	4,11	4,72
19	0,30	-	0,43	-	0,73	3,96
20	-	-	-	-	-	2,74
21	-	-	-	-	-	0,61
23	0,45	-	-	0,46	0,91	1,21
25		1,1**	-	-	1,10	2,53
26	0,25	-	-	0,96	1,21	2,59

* Du sable silteux au sable moyen
** Remblai

Le matériau d'ablation dont il est question comprend du sable et du gravier mêlés de nombreux galets et parfois de gros blocs erratiques. La teneur en limon est habituellement de 10 à 20 pour cent. La teneur en eau naturelle de ces terres varie de 20 à 34 pour cent, avec une moyenne de 28 pour cent. Mis à part le gravier superficiel comprenant des matières organiques, dont l'origine peut provenir d'ablation, ces sables et graviers ont été rencontrés à huit des vingt-quatre emplacements de puits de recherche. Or, l'épaisseur de ces dépôts variait de 0,15 à 0,66 m, avec une moyenne de 0,44 m.

Huit autres emplacements de puits de recherche ont présenté un mélange de sable argileux et de gravier, de galets et de blocs. Ce type de gisement est en fait une moraine de fond et se compose normalement de 10 à 20 pour cent de particules de la taille des grains d'argile et de 20 à 40 pour cent de particules dont les dimensions sont inférieures à la grosseur des mailles d'un tamis de 0,08 mm. La teneur en eau naturelle varie de 12 à 30 pour cent et atteint en moyenne 19 pour cent. L'épaisseur de ces gisements est de 0,36 à 3,35 m, avec une moyenne de 0,92 m.

Le soubassement rencontré à chacun des puits de recherche était atteint à une profondeur moyenne de 0,88 m. Cette profondeur ne dépassait deux mètres qu'à trois endroits, c'est-à-dire aux puits de recherche 3, 6 et 18. À la fouille TP 18, où les morts-terrains étaient les plus épais (4,11 m), le sol, très humide, se composait de sable silteux très fin et de sable moyen, mélange rencontré nulle part ailleurs. Le soubassement volcanique, tel qu'il se trouvait dans les puits de recherche, était généralement bien lié et

montrait une force passant de faible à modérée. Dans plusieurs puits, plus précisément aux TP 19, 20, 25 et 26, la roche s'était complètement dégradée à l'état d'argile dure dont la teneur en eau naturelle était évaluée à plus de 15 pour cent.

Les conductivités hydrauliques, représentées par le symbole K, des échantillons recompactés des moraines types ont été évaluées au moyen d'un paramètre de contre-pression. Elles ont atteint des valeurs K de $5x10^{-6}$ cm/s et de $1x10^{-7}$ cm/s pour les échantillons de moraine d'ablation et de fond, respectivement. Dans tous les cas, les échantillons ont été condensés au poids spécifique sec maximum, ou le plus près possible de cette valeur, conformément à la norme ASTM D-698-A. Le détail des résultats est présenté au tableau 4-2. La conductivité hydraulique d'échantillons prises sur le terrain serait considérablement plus élevée que celle obtenue à l'état condensé.

TABLEAU 4-2

Résultats des essais de conductivité hydraulique - Morts-terrains

Emplacement du prélèvement de l'échantillon	Type de moraine	Pourcentage des particules dont la dimension est inférieure à 0,08 mm	Poids spécifique sec maximum	Pourcentage du niveau d'humidité optimum	Conductivité hydraulique saturée en K, cm/s
TP 6 Échantillons 1 et 2	Moraine de fond	34,4*	1,76	19	$1x10^{-7}$
TP 5 Échantillons 1	Moraine d'ablation	16,7	1,40	30	$5x10^{-6}$

* Environ (moyenne de TP 6 no 1 et de TP 6 no 2)

4.1.4.2 Géologie du soubassement

Des cartes géologiques (Fyffe, 1971, 1973) indiquent que la région de l'exploitation se trouve sur une formation rocheuse datant de l'époque ordovicienne. Elle se compose de schiste oeillé quartzo-feldspathique et est caractérisée par un clivage horizontal du nord au sud incliné vers l'ouest entre 30 et 50°. Selon le plan détaillé d'exploration minière, on a pu déceler la présence d'une suite de tufs et de coulées de rhyodacite et de rhyolite amassées au-dessus et au-dessous des sulfures massifs du site d'exploitation proposé.

Des dykes de diabase traversent la région. Les sulfures massifs recouvrent une zone de 10 à 50 m d'épaisseur. Ils affleurent à la surface près du ruisseau Charlotte, plongent vers l'ouest de 30 à 50°, pour ensuite plonger légèrement vers le nord à 25°. D'anciens travailleurs supposent que le gisement de Restigouche est interrompu par l'inclinaison vers le nord d'une faille importante, au-delà des limites des gisements à ciel ouvert. Toutefois, un nouvel examen attentif des données par Marshall a indiqué que l'extrémité nord du gisement n'est en fait, fort probablement, qu'un simple amincissement stratigraphique des sulfures massifs.

La figure 4-3 illustre une coupe transversale représentant le gisement. Elle se fonde sur les données géologiques des puits de recherche sélectionnées. La section traverse les puits d'eau A, B et C qui ont été forés pour les besoins de l'étude.

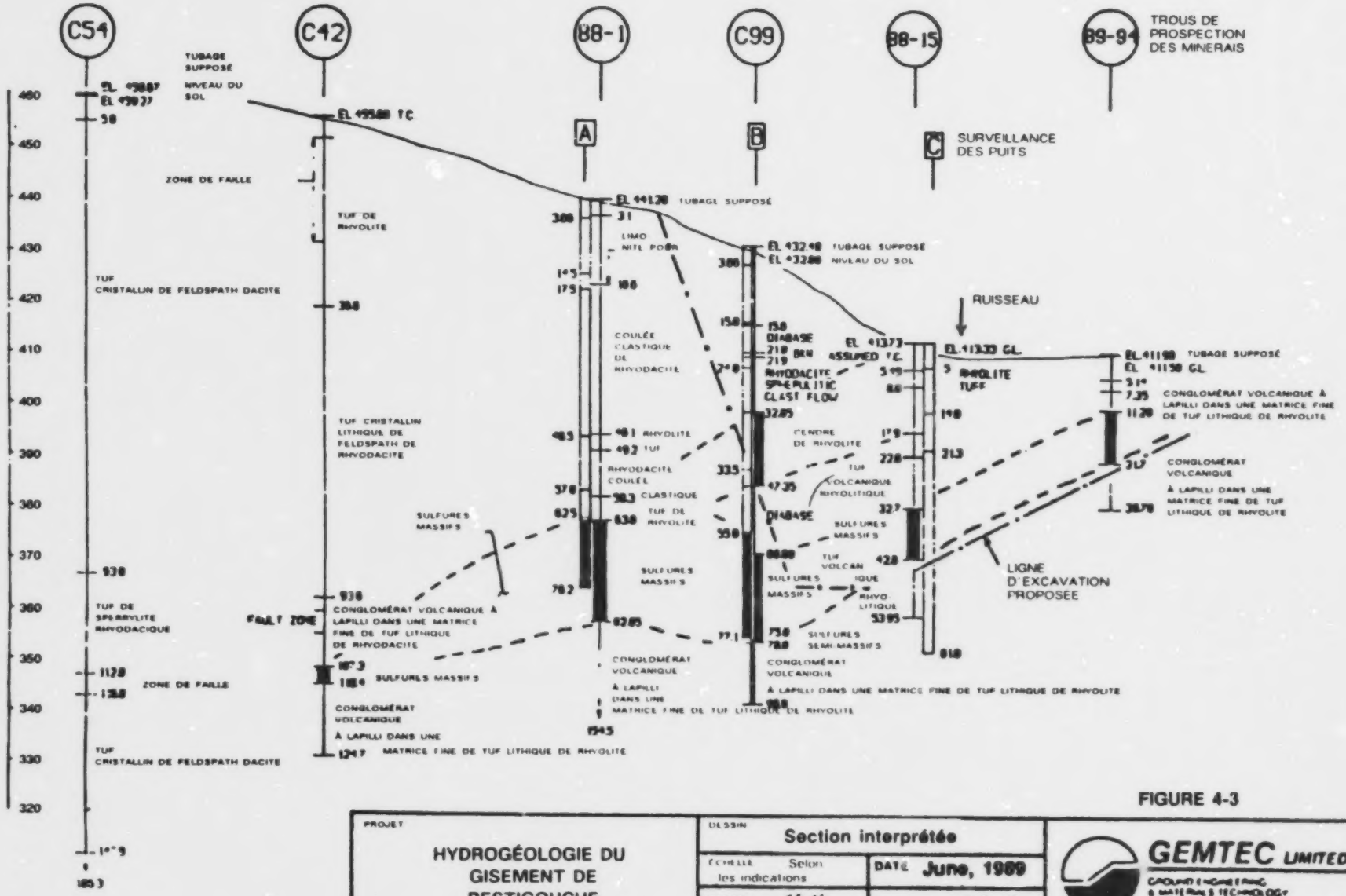


FIGURE 4-3

PROJET: HYDROGÉOLOGIE DU GISEMENT DE RESTIGOUCHE	DESSIN: Section interprétée	GEMTEC LIMITED
	ÉCHELLE: Selon les indications	DATE: June, 1989
	DESSINÉ PAR: CGH	DESSIN N° FIG. 3

4.1.4.3 Hydrogéologie

Hydrogéologie régionale

La région se caractérise par un relief régional accidenté et, de ce fait, un réseau régional peu profond de l'écoulement souterrain prévaut. L'emplacement d'exploitation proposé se situe près de la ligne de partage des eaux entre les deux plus grands réseaux hydrographiques de la région : l'Upsalquitch au nord et la Nepisiguit au sud. Les eaux souterraines qui n'alimentent pas de réseaux régionaux doivent donc traverser de grande profondeur avant d'atteindre le nord ou le sud.

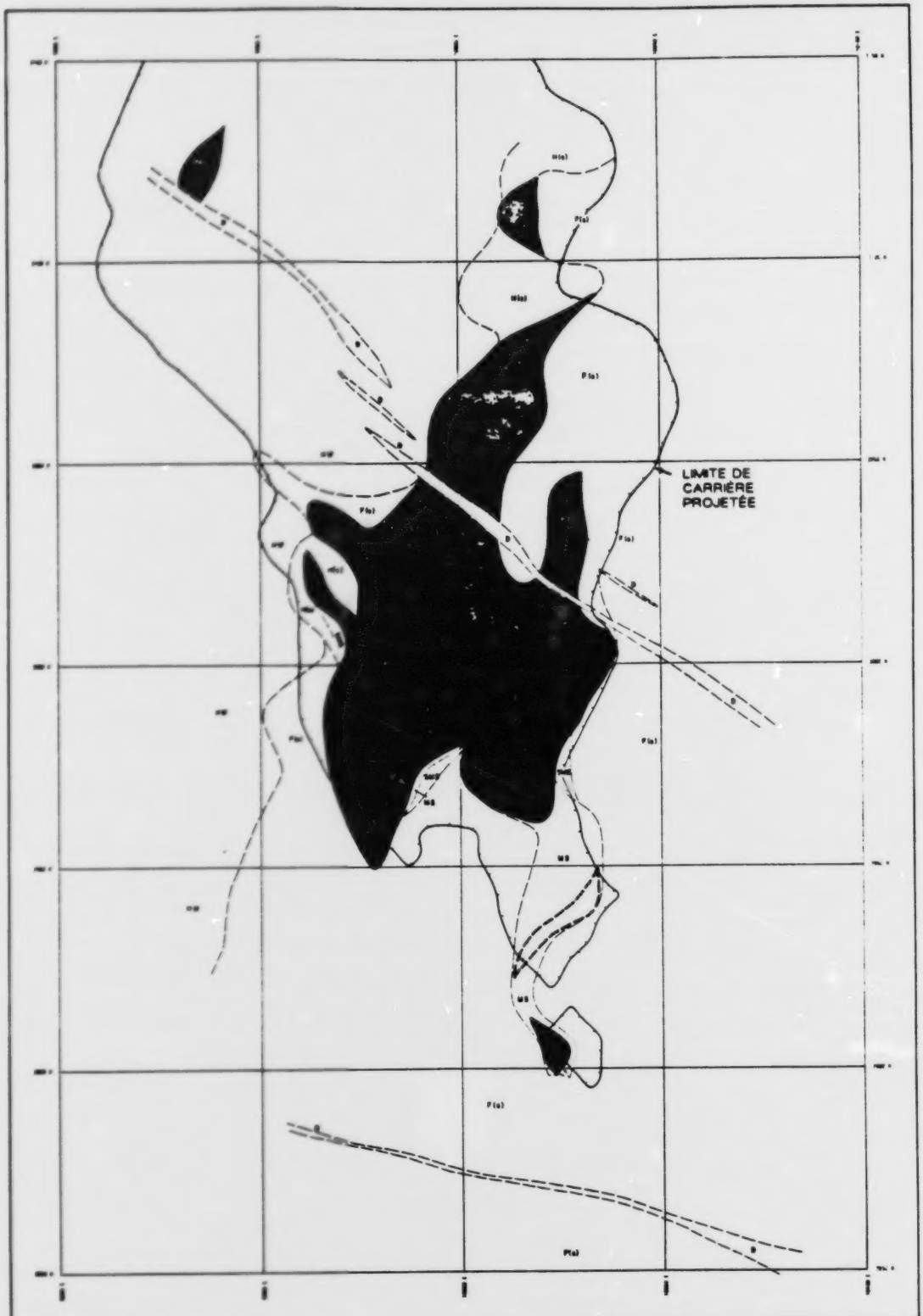
Hydrogéologie locale

Le relief accidenté de cette partie montagneuse du Nouveau-Brunswick favorise la création de réseaux régionaux d'écoulement souterrain relativement peu profonds. À ce titre, la direction de cet écoulement sera grandement influencée par la topographie de la surface. Les données piézométriques (décrites plus loin dans la présente section) démontrent que la plus grande partie du gisement se situe dans une région de recharge, caractérisée par des profondeurs importantes avant d'atteindre la surface de la nappe d'eau. Les décharges se produisent au ruisseau Charlotte.

Des variations minimes dans la géologie du soubassement auront également un effet sur le mouvement des eaux souterraines. Par conséquent, la présence des dykes de diabase à l'intérieur des sulfures massifs mérite d'être examinée. La partie centrale du

nord du gisement de sulfure massif de Restigouche est coupée de plusieurs dykes de diabase se dirigeant du nord-ouest au sud-est, très rapprochés les uns des autres et disposés en échelons. Ils forment vraisemblablement un seul et même dyke. Comme le montre la figure 4-4, un plan horizontal du gisement à une élévation de 382,5 m, les dykes s'épaississent, s'amincissent et se rétrécissent de façon irrégulière dans tout le gisement. L'épaisseur maximale de toute partie d'un dyke est d'environ 5 m et sa direction est sub-parallèle à celle du ruisseau Charlotte.

Les carottes prélevées dans les dykes montrent des signes de contact varié avec une formation de roche encaissante. C'est d'ailleurs une caractéristique des intrusions du dyke de diabase. Même si ces contacts peuvent être fracturés et modifiés sur une longueur d'environ 10 à 15 cm du rebord, la plupart sont serrés et demeurent inaltérés. Le bord des dykes présente souvent des fractures d'extension ou de refroidissement sub-parallèles à leur bord. Habituellement, cependant, ces fractures ne sont continues, du point de vue hydraulique, que sur une distance de 1 ou 2 m. Comme l'on pourrait s'y attendre, les fractures d'extension ou de refroidissement sont moins fréquentes au centre des dykes. Un des essais de puits d'eau, essai de pompage pour les besoins de la présente étude (puits B, figure 4-3), comprenait des sections importantes de diabase. Malgré tout, sa transmissitivité (tableau 4-4) se situait entre celle des puits A et C. Par conséquent, il n'y a pas lieu de croire que les dykes de diabase, qui coupent les sulfures massifs du gisement Restigouche, agiront comme une nappe aquifère ou un drain hydraulique.



LÉGENDE

0	MORTS-TERRAINS
HW	SÉQUENCE D'ÉPONTE SUPÉRIEURE (NON PRODUCTRICE D'ACIDES)
HWa	SÉQUENCE D'ÉPONTE SUPÉRIEURE (PRODUCTRICE D'ACIDES)
Pw	ÉPONTE INFÉRIEURE (NON PRODUCTRICE D'ACIDES)
P(a)	ÉPONTE INFÉRIEURE (NON PRODUCTRICE D'ACIDES)
MS	SULFURES MASSIFS
SMS	SULFURES SEMI-MASSIFS
D	DYKE DE DIABASE

SCALE 1:500

METRES

FEET

FIGURE 4-4

MARSHALL MINERALS CORPORATION

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

COMTÉ DE RESTIGOUCHE, N.-B.

SNRC 21/0 7 & 10 V 14&A

PLAN DES NIVEAUX GÉOLOGIQUES

APPROUVÉ PAR

ÉCHELLE 1/500

Conductivité hydraulique

La conductivité hydraulique des soubassements en question est généralement régie par une porosité des fractures plutôt que par la porosité de la roche intacte. Un soubassement très fracturé serait plus transmissif qu'un socle rocheux moins fracturé. Pour cette raison, l'intérieur des sections de plusieurs trous de forage "minéraux" a été évalué du point de vue de l'espacement des fractures. Les résultats de l'analyse sont inscrits à l'annexe E. L'espacement des fractures est exprimé en RQD (dénomination de qualité de roche), c'est-à-dire, pour chaque carottage, le pourcentage de carotte récupérée en bâton de plus de 100 mm. Des efforts ont été faits pour ne pas tenir compte des fractures produites par les forages ou une manipulation ultérieures, mais l'évaluation n'a pas été rigoureuse.

L'espacement des fractures augmentait généralement avec la profondeur, le RQD dépassant généralement 40 pour cent des profondeurs représentées au tableau 4-3.

Des carottes examinées, la qualité de roche la plus élevée se trouvait dans le trou 88-1, celle de qualité intermédiaire dans les trous 88-15 et 88-99 et la moindre dans le trou 88-44. Trois puits d'un diamètre de 150 mm, étiquetés A, B et C, ont été forés dans la région de la mine à ciel ouvert proposée. L'emplacement et la profondeur des puits sont indiqués aux figures 4-2 et 4-3, respectivement. Les données relatives à chaque trou, fondées sur des échantillons prélevés par saignée à intervalle de 1 à 5 m, se trouvent à l'annexe F.

TABLEAU 4-3

Données sur l'espacement des fractures
- Trous de mine sélectionnés

Trou de mine	Moyenne pondérée RQD %	RÉC. %	Profondeur sous laquelle le RQD dépasse généralement 40 %	Puits adjacent
88-1	73	100	16 m	A
88-15	55	90	17 m	C
88-44	38	100	27 m	
88-99	59	97	18 m	B

Chacun des puits a été soumis à des essais de pompage permettant l'évaluation des paramètres hydrogéologiques. Les résultats sont résumés au tableau 4-4 ci-après et ils sont décrits plus en détail à l'annexce G.

La conductivité hydraulique, K, la plus basse s'est produite dans le puits de test A foré adjacent au trou de mine 88-1 où le degré de fracturation était relativement faible. La valeur K la plus élevée a été rencontrée dans le puits C près du ruisseau Charlotte et foré près du trou de mine 88-15, là où la carotte était plus fragmentée. Les conditions d'entreposage ont varié de 0,25 à moins de $1x10^{-4}$. Ces résultats reposent sur les constatations faites aux puits pompés et aux trous d'observation, respectivement.

TABLEAU 4-4

Résultats des essais de pompage

Puits no	Transmissivité gal. imp./j/pi	cm^2/s	Conductivité hydraulique K, cm/s
A	350	0,60	$7,9x10^{-5}$
B	450	0,77	$1,0x10^{-4}$
C	1000	1,726	$2,8x10^{-4}$
		Moyenne	$1,5x10^{-4}$ cm/s

La conductivité hydraulique du soubassement peut aussi être évaluée en examinant la pente de la surface de la nappe d'eau et de la surface piézométrique qui s'est formée dans les conditions ambiantes d'alimentation directe. Dans ce cas, le niveau annuel d'alimentation directe au réseau d'eau souterraine est évalué à 65 mm. Ce chiffre représente le débit de base approximatif obtenu des trois petits ruisseaux venant du nord pour lesquels il existait des données (Environnement Canada, 1985). Ce débit d'eau souterraine d'infiltration passe de la zone d'alimentation directe à la zone de décharge par le biais du ruisseau Charlotte dans des conditions piézométriques comme l'indiquent les niveaux d'eau prélevés dans les forages d'exploration. La profondeur jusqu'aux eaux souterraines dans ces forages d'exploration correspondait en général à 10 à 25 m. La conductivité hydraulique du soubassement nécessaire à la réconciliation des données

d'alimentation directe et des données piézométriques est d'environ $4x10^{-5}$ cm/s. Cette valeur est inférieure à celles obtenues à partir des essais de pompage, mais elle reste de la même ampleur que ces dernières.

Données piézométriques

Les renseignements relatifs aux niveaux d'eau des trous de forage sélectionnés et des trois puits d'eau, sont donnés au tableau 4-5 et sous forme de plan à la figure 4-5. La profondeur à la surface de la nappe d'eau et à la surface piézométrique variait de plus de 25 m au forage d'exploration M-2 à légèrement au-dessus du profil d'équilibre aux trous T6 et B80-3.

Les contours de la surface piézométrique et la direction des écoulements souterrains représentés à la figure 4-5 ne sont réalisés qu'à titre expérimental. Les forages sont très profonds et la charge piézométrique indiquée par le niveau d'eau dans ces forages est donc une valeur moyenne de la charge produite dans les profondeurs explorées. Des alimentations directes se produisent à travers la région alors que les eaux souterraines se déversent dans le réseau de surface au ruisseau Charlotte.

Chimie des eaux souterraines

Des échantillons d'eau ont été recueillis dans chacun des trois puits forés pendant les essais de pompage, à partir de deux trous de forage minéral en pente, qui débordaient, et à partir d'une source en pente. Ces échantillons ont été analysés pour y déceler les ions principaux et les résultats sont présentés au tableau 4-6.

TABLE 4-5

Niveaux d'eau dans les forages d'exploration - 9 décembre 1988 et 20 avril 1989

Ligne de section	Forage no	88/12/09 Élévation du haut du tubage en mètres	Profondeur des forages en mètres	Vers l'eau au-dessous du tubage en mètres	Niveau d'eau en mètres	89/04/20 Vers l'eau au-dessous du tubage en mètres	Niveau d'eau en mètres
3322	C-57	457,37	275,5	13,43	443,94	10,33	447,04
3322	C-60	460,33	271,3	20,85	439,48	17,60	442,73
3322	C-99	462,15	183,8	24,69	437,46	21,76	440,39
3392	C-54	459,27	186,2	21,45	437,82	18,17	441,10
3261	C-73	455,03	186,2	10,38	444,65	9,05	445,98
3261	B-80-7	457,63	239,0	19,08	438,55	17,01	440,62
3231	M-2	458,41	118,9	26,92	431,49	23,90	434,51
3200	C-42	455,8	124,7	24,87	430,93	21,84	433,96
3170	C-49	451,66	142,0	21,69	429,97	18,84	432,82
3170	C-116	450,11	99,7	>21,62	<428,49		
3139	C-62	446,72	121,9	16,95	429,77	14,24	432,48
3139	C-40	450,34	175,90	21,69	428,65		
3109	R-69-11	440,24	148,7	21,13	421,09	17,06	424,78
3093	88-1	440,8	154,5	12,22	428,58		
3063	88-2	436	87,5	17,2	418,8	14,75	421,25
3033	88-5	432,3	90,5	14,59	417,71	12,58	419,72
3033	88-3	432,62	94,5	15,49	417,13	13,60	419,02
3002	88-6	423,40	66,1	10,45	412,95	9,52	413,88
2957	88-7	416,31	60,4	3,36	412,95	2,45	413,86
2929	C-89	414,08	61,6	0,68	413,4		
2915	G-72-8	414,42	78,6	0,96	413,46	0,97	413,45
2972	88-15			0,25			

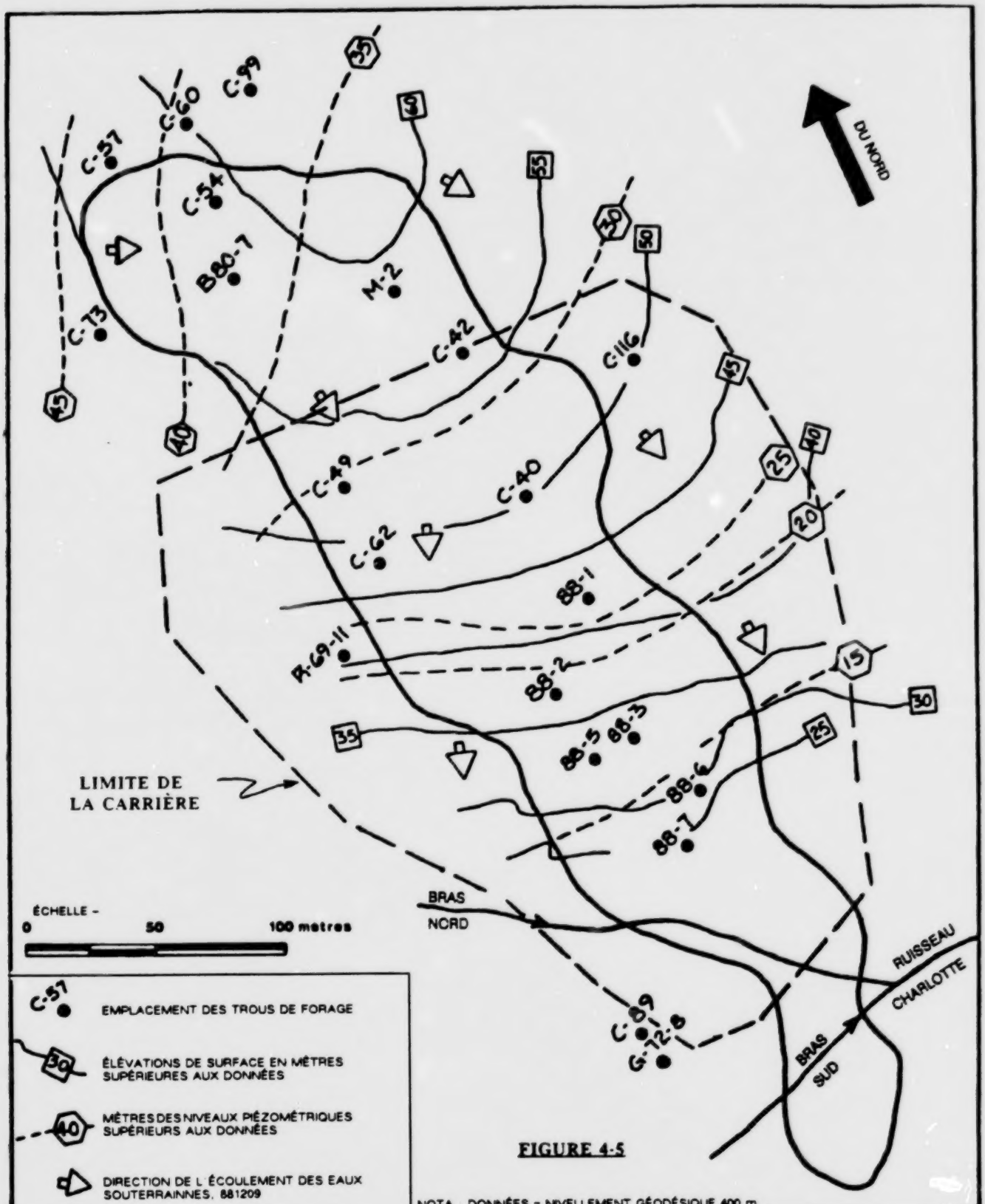


FIGURE 4-5

NOTA : DONNÉES = NIVELLEMENT GÉODÉSIQUE 400 m

PROJET: GISEMENT DE RESTIGOUCHE HYDROGÉOLOGIE	DESSIN: SURFACE PIÉZOMÉTRIQUIE		GEMTEC LIMITED
	ÉCHELLE: 1:2000	DATE: JUNE 1989	
	DESSIN PAR: CBM	DESSIN N°: FIG. 4	

TABLEAU 4-6

Composition chimique de l'eau - échantillons prélevés les 2, 3 et 4 mai 1989
Tous les résultats sont exprimés en mg/L

Échantillon no	Puits A (Après un pompage de 4 heures)	Puits B	Puits C	E*	F*	S*
Date des échantillons	89 05 02	89 05 02	89 05 03	89 05 04	89 05 04	89 05 04
pH	7,71	8,36	7,47	7,13	7,14	6,30
Alcalinité ($CaCO_3$)	54,7	76,5	75,4	38,0	34,8	4,2
Sulfate	15,4	26,8	17,8	5,03	4,85	4,53
Ca	16,8	23,5	24,4	10,9	10,1	0,21
Mg	6,16	9,95	7,70	3,65	3,34	1,00
Métaux extractibles						
Al	<0,1	0,3	0,5	<0,1	<0,1	<0,1
As	<0,01	0,05	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Cu	0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fe	0,21	1,04	1,52	4,77	0,03	<0,02
Mn	0,06	0,12	0,39	0,04	<0,01	<0,01
Pb	0,04	0,80	0,16	<0,02	<0,02	<0,02
Zn	0,10	0,24	0,55	0,02	0,01	0,02

*E Puits artésien en pente T6
F Puits artésien en pente B80-3
S Source située près du camp de forage idéal.

La qualité de l'eau était semblable à chacun des puits récemment forés (A, B et C). Le pH variait de 7,4 à 8,4 alors que la concentration de sulfates passait de 15 à 27 mg/L. L'eau des puits A, B et C contient des niveaux élevés de Fe, de Pb et de Zn, ce qui est normal puisque ces puits pénètrent dans le gisement de sulfure. Les niveaux relativement élevés de sulfate dans l'eau de ces puits tendent à confirmer cette interprétation. La concentration de métaux au puits A diminuait au fur et à mesure du pompage. La teneur en fer, par exemple, passait de 0,85 mg/L, relevé effectué au bout de 10 minutes, à 0,21 mg/L, relevé au bout de 4 heures.

Les niveaux de sulfates et le pH des échantillons recueillis aux puits en pente E, F et S étaient légèrement inférieurs à ceux des puits pompés et les échantillons étaient en général moins minéralisés. La teneur élevée en fer de l'échantillon E peut être imputable à l'oxydation du tubage en acier (rouille), puisque aucun sulfure n'a été décelé dans le diagramme original des données de la carotte de ce puits (T-6). Toutefois, ce puits était garni de gabbro bréchique et oxydé et il se peut que le fer décelé provienne partiellement de ce type de roche.

4.2 Milieu aquatique

Une évaluation préliminaire des renseignements relatifs au milieu aquatique indique que les données étaient insuffisantes pour permettre la caractérisation de certains éléments. Par conséquent, des études détaillées des lieux ont été entreprises en 1988 et en 1989 afin d'obtenir suffisamment de données de base relatives aux conditions du milieu avant l'exploitation.

Or, six stations ont été établies près du lieu proposé de l'exploitation dans le but d'établir des critères de référence concernant la qualité de l'eau de surface, les populations de poissons et les particularités de l'habitat, de même que les populations d'invertébrés benthiques. Les données recueillies au cours de ce programme ont été ajoutées aux renseignements existants afin d'en retirer une description du milieu aquatique.

Cette description du milieu aquatique comprend les données relatives à la qualité de l'eau et à la géochimie des sédiments des ressources de l'eau de surface, à l'habitat aquatique, aux ressources halieutiques et aux invertébrés benthiques. Les divers éléments composant le milieu aquatique à proximité et en aval du lieu d'exploitation proposé apparaissent à la figure 4-1.

4.2.1 Ressources en eau de surface

Le ruisseau Charlotte constitue la ressource en eau de surface la plus importante près du gisement de Restigouche. Le ruisseau, se divisant en deux bras, un au nord et l'autre au sud en amont du gisement, draine une région d'environ 15 km² où il se jette dans le Lac Upsalquitch. La région en amont du gisement renferme un bassin versant d'environ 5,5 km². Le ruisseau se caractérise par une pente escarpée sur toute sa longueur (3 à 7 %). L'écoulement annuel moyen dans cette région du Nouveau-Brunswick est d'environ 600 mm (Acres, 1977). Des statistiques compilées depuis longtemps par diverses stations hydrométriques de la région (Nepisiguit, rivières Eel et Bass) indiquent que

l'écoulement printanier correspond à environ 4,5 fois l'écoulement annuel moyen. L'écoulement estival est d'environ 0,5 fois l'écoulement annuel moyen. Les écoulements types du ruisseau Charlotte, fondés sur ces données, se trouvent au tableau 4-7.

La superficie du Lac Upsalquitch correspond à environ 68 ha et son volume total à 4 millions de m^3. Il contrôle un bassin versant d'environ 28 m^2 à sa sortie dans la Rivière Upsalquitch du sud-est. Ainsi, le ruisseau Charlotte, avec un bassin versant d'environ 15 km^2, est un affluent important du lac.

La Rivière Upsalquitch du sud-est est alimentée sur toute sa longueur par de nombreux affluents, avant de confluer avec la Rivière Upsalquitch du nord-ouest, environ 35 km en aval. À partir de là, la Rivière Upsalquitch coule sur une distance approximative de 40 km et rejoint la rivière Restigouche, 25 km en amont de Tide Head. Tout le bassin versant du système de l'Upsalquitch couvre environ 2300 km^2.

4.2.1.1 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau a été contrôlée aux six stations établies à proximité du lieu d'exploitation proposé. L'emplacement des stations est représenté à la figure 4-6 et est décrit ci-après.

TABLEAU 4-7

Débit nominal - ruisseau Charlotte

	Au gisement de Restigouche	À la sortie du Lac Upsalquitch
Bassin versant (km^2)	5,5	15
Moyenne d'écoulement annuel (m^3/s)	0,1	0,3
Moyenne d'écoulement printanier (m^3/s)	0,5	1,4
Moyenne d'écoulement estival (m^3/s)	0,05	0,15
Faible débit sur 7 jours - période de récurrence de 10 ans (m^3/s)	0,05	0,1
Faible débit sur 30 jours - période de récurrence de 10 ans (m^3/s)	0,1	0,4
Faible débit sur 90 jours - période de récurrence de 10 ans (m^3/s)	0,4	1,0

Stations CB-1 et CB-2a

La station CB-1 est située sur le bras sud du ruisseau Charlotte et la station CB-2a sur le bras nord du ruisseau. Les deux stations sont en amont du lieu d'exploitation proposé et elles fourniront des données de base sur la qualité de l'eau avant et après

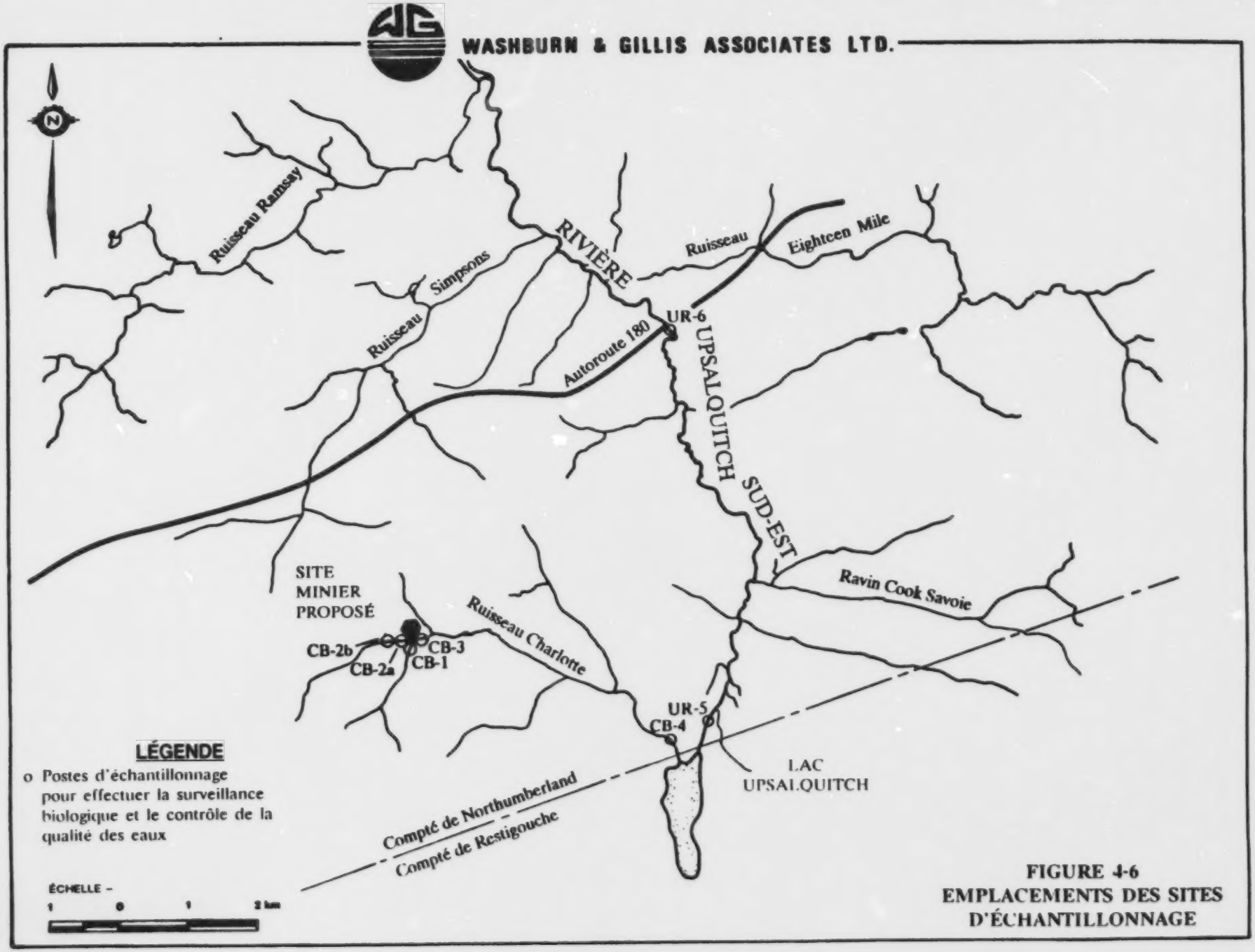


FIGURE 4-6
EMPLACEMENTS DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

l'installation de l'exploitation. Ces données pouront être comparées à celles fournies par des stations en aval de l'installation, à la suite de quoi il sera possible de déterminer les effets de l'exploitation sur la qualité de l'eau.

Station CB-3

La station CB-3 est située sur le ruisseau Charlotte, en aval de l'exploitation et à la confluence des bras nord et sud. Cette station a pour rôle de fournir les conditions de référence au-dessous du point de décharge proposé pour les eaux quittant le site minier.

Station CB-4

Cette station se trouve sur le ruisseau Charlotte, juste en amont du Lac Upsalquitch. Les données recueillies à cette station indiqueront la qualité des eaux du bassin hydrographique en aval du ruisseau Charlotte et les conditions de référence du cours d'eau récepteur des décharges de la mine.

Station UR-5

La station UR-5 est située sur la Rivière Upsalquitch du sud-est, juste en aval du Lac Upsalquitch. Les données compilées à cette station fourniront les conditions de référence pour la qualité de l'eau provenant du lac.

Station UR-6

La station UR-6 se trouve sur la Rivière Upsalquitch du sud-est, le long de l'autoroute 180. C'est la station la plus éloignée du lieu d'exploitation proposé. Elle fournira pour sa part les données de référence pour la qualité des eaux à une certaine distance en aval de l'exploitation.

Les données relatives à la qualité de l'eau des emplacements échantillonnés du ruisseau Charlotte et de la Rivière Upsalquitch du sud-est, près du Lac Upsalquitch, sont inscrites à l'annexe H et résumées au tableau 4-8. Les données indiquent que la teneur de l'eau de surface en minerais dissouts est faible, que cette eau est "douce" à cause des faibles concentrations de calcium et de magnésium et qu'elle est légèrement alcaline. L'eau contient des traces de fer et de manganèse. La concentration d'autres métaux lourds, à l'exception du zinc, au lieu de l'échantillonnage du ruisseau Charlotte juste en aval du gisement de Restigouche, est en deçà ou légèrement au-dessus des limites de détection mentionnées.

4.2.1.2 Géochimie des sédiments

En plus des échantillons d'eau, des échantillons de sédiments ont été recueillis aux stations sélectionnées afin d'obtenir des données géochimiques de référence. Les données géochimiques des sédiments du ruisseau, relativement au bassin hydrographique du Lac Upsalquitch, se trouvent à l'annexe I. Les données les plus

TABLEAU 4-8

Résumé - Données sur la qualité de l'eau de surface
Période d'échantillonage : septembre 1988, juin, juillet, août 1989

	Bras nord en amont (CB-2)	Bras sud en amont (CB-1)	Ruisseau Charlotte en aval du gisement (CB-3)	Ruisseau Charlotte au Lac Upsalquitch (CB-4)	Upsalquitch sud-est au Lac Upsalquitch (UR-5)	Upsalquitch sud-est à la route 180 (UR-6)
Couleur (CU)	<5-7 (3)[a]	0,2-0,8(3)	0,3-2,0(3)	0,3-1,5(3)	10-15(3)	12-15(3)
Turbidité (NTU)	0,4-1,4 (3)	<5-7(3)	<5-10(3)	<5-6(3)	0,5-1,1(3)	1,5-3,5(3)
pH	7,53-7,92(4)	7,48-7,64(4)	7,54-7,76(4)	7,54-7,76(4)	7,01-7,26(3)	7,41-7,45(3)
Alcalinité ($CaCO_3$)	33,5-39,2(4)	15,9-18,6(4)	26,0-31,2 (4)	20,6-24,1(4)	12,3-13,1(3)	16,2-20,4(3)
Calcium	10,3-12,0(4)	4,80-5,53(4)	8,05-9,25(4)	6,58-7,17(4)	3,93-4,23(3)	5,70-6,82(3)
Magnésium	2,53-2,79(4)	1,35-1,51(4)	2,10-2,39(4)	1,91-2,14(4)	1,34-1,44(3)	1,54-1,69(3)
Fer	0,05-0,27(4)	<0,002-0,02(4)	0,06-0,58(4)	0,02-0,15(4)	0,06-0,14(3)	0,20-0,30(3)
Manganèse	0,04-0,14(3)	<0,01(3)	0,03-0,10(3)	0,01-005(3)	0,01-0,03(3)	0,02-0,02(3)
Aluminium	<0,1(4)	<0,1(3)	<0,1(3)	<0,1(3)	<0,1(3)	<0,1(3)
Arsenic	<0,01(3)	<0,01(3)	<0,01(3)	<0,01(3)	<0,01(3)	<0,01(3)
Cadmium			<0,01(3)			
Cuivre	<0,01(4)	<0,01(4)	<0,01(4)	<0,01(4)	<0,01(3)	<0,03(3)
Plomb	<0,02(4)	<0,02(4)	<0,02(4)	<0,02(4)	<0,02(3)	<0,02(3)
Mercure			<0,001(3)			
Zinc	<0,01-0,01(4)	<0,01(4)	0,02-0,05(4)	<0,01(4)	<0,01(3)	<0,01(3)

[a] - nombre d'échantillons; les concentrations sont exprimées en mg/L.

récentes (recueillies en juillet 1988) confirment les données antérieures. Des concentrations élevées de métaux lourds, juste en aval du gisement de Restigouche, reflètent bien la présence du gisement de sulfure.

4.2.2 Habitat aquatique

Il a été impossible d'obtenir des informations détaillées sur l'habitat aquatique du ruisseau Charlotte et du cours supérieur de la Rivière Upsalquitch du sud-est. Par conséquent, l'évaluation de l'habitat a été effectuée pendant les visites au lieu d'exploitation pour tenter de déterminer la présence d'habitats sensibles dans la région concernée. L'habitat des eaux de surface à proximité du lieu d'exploitation proposé est décrit ci-dessous.

L'évaluation de l'habitat du ruisseau Charlotte a été effectuée le 28 juin 1989. Le ruisseau Charlotte est formé de deux petits bras au niveau du site minier proposé. Le bras nord adjacent au site est principalement formé d'une série de vieux étangs à castor abandonnés (plans d'eau larges et peu profonds avec des couches épaisses de sédiments organiques). La largeur des chenaux reliant ces étangs est d'environ 1 à 1,5 m et leur profondeur moyenne est de 20 cm. Le piètre état des barrages ainsi que l'absence d'arbres récemment abattus semblent indiquer que les castors n'occupent pas présentement les étangs situés dans le voisinage du site minier. Dans cette zone, des aulnes et des herbes occupent les rives du cours d'eau et fournissent ainsi un couvert en surplomb et de l'ombrage. Les sections de cours d'eau reliant ces petits étangs

comprennent de petites zones où la vitesse du courant empêche l'accumulation de matières organiques. Le fond du cours d'eau est formé de quantités restreintes de sable, de gravier et de moellons. Sur une distance d'environ 80 m en amont de la confluence des bras nord et sud, le cours d'eau s'écoule un peu plus librement et l'on remarque un peu de gravier et de sable à découvert. On retrouve de petites mares et une abondance de couverts sous forme d'arbres morts et de végétation en surplomb. De plus, le cours d'eau est fortement ombragé par la présence d'aulnes. L'eau est légèrement colorée et sa température, le midi, était de 17 °C à l'endroit proposé pour le site minier. Il semble ne pas y avoir vraiment de frayère pour la truite mouchetée le long de la section du bras nord qui devrait être dériveé. La majeure partie de cette section est principalement formée d'un habitat d'alevinage et d'élevage.

Le bras sud est légèrement plus court que le bras nord. La largeur du cours d'eau est d'environ 1 m et sa profondeur moyenne est de 10 cm. De plus, le bras sud est en pente escarpée et son écoulement est plus libre, car il n'y a pas de vieux barrages de castor. Le fond du cours d'eau est principalement formé de gravier et de moellons avec quelques zones de dépôts organiques. Étant de faible dimension, le cours d'eau est fortement ombragé par des aulnes et d'autres espèces d'arbres plus gros. L'écoulement du bras sud est clair, et la température de l'eau, le midi, était de 12 °C.

Un petit cours d'eau intermittent et mal défini rejoint le ruisseau Charlotte à environ 250 m en aval de la confluence des bras nord et sud. La largeur de ce chenal de drainage est d'environ 0,5 m et son substrat est formé d'un mélange de gravier et de

blocs provenant des chenaux d'érosion lors de ruissellements rapides. Le chenal est encombré de nombreux débris et est entouré de diverses espèces de petits feuillus et conifères. Le chenal est très escarpé sur la majeure partie de son cours, et l'eau ne s'écoule que lors de la fonte des neiges et des périodes de pluies abondantes. Ce cours d'eau ne constitue pas un habitat approprié aux poissons.

À proximité de sa confluence avec le lac Upsalquitch, la largeur du chenal du ruisseau Charlotte est d'environ 4,5 m et sa profondeur moyenne est de 20 cm. Étant plus large à cet endroit, le chenal reçoit donc plus d'ensoleillement. La pente du cours d'eau est inférieure à celle observée plus loin en amont près du site minier proposé. Le lit du cours d'eau est formé de sable, de gravier et de blocs. Arbres morts, blocs et berges sapées procurent un couvert à la truite mouchetée. Le 29 juin 1989, la température de l'eau à cet endroit était de 16 °C.

Le lac Upsalquitch a une superficie d'environ 68 ha et une profondeur moyenne d'environ 5 m (15 m au maximum). Le lac est oligotrophe. L'eau est habituellement claire et la végétation aquatique clairsemée (2 % immergée et 5 % submergée). Le lac stratifie complètement en été. Des études antérieures menées par le MRNE indiquent que le lac renferme des populations de truites mouchetées, d'ombles chevaliers, de ménés de lac et de ouitouches. Toutefois, des études plus récentes n'ont pu confirmer la présence d'ombles chevaliers et de ouitouches. (A. Madden, MRNE, communication personnelle, 1989).

Contrairement à ce que l'on remarque dans les populations des eaux d'amont des cours d'eau d'entrée, le lac offre une plus grande aire d'élevage et des températures estivales plus adéquates favorisant ainsi une augmentation de la production et du taux de croissance de la truite mouchetée. La taille habituelle de la truite prise dans le lac se situe entre 150 et 200 mm.

Le lac Upsalquitch est drainé par la rivière Upsalquitch sud-est. La rivière offre à la truite un habitat idéal, du lac à la gorge sud-est. La largeur moyenne de la rivière est de 8 à 10 m et sa profondeur moyenne est de 30 cm. Ses rives sont bordées d'aulnes touffus qui surplombent l'eau fournissant ainsi un couvert pour la truite mouchetée. Plusieurs ruisseaux à eau froide rejoignent à plusieurs endroits cette partie de la rivière. L'eau provenant des ruisseaux aident à tempérer l'eau plus chaude du lac et contribue ainsi à la qualité supérieure de l'habitat de la truite mouchetée.

Au niveau de la gorge sud-est, la rivière Upsalquitch sud-est se jette dans une chute. Cette dernière empêche le saumon de l'Atlantique et d'autres espèces de poissons de se déplacer en amont au-delà de ce point. La largeur de la rivière Upsalquitch augmente de façon spectaculaire à partir de sa jonction avec la rivière Upsalquitch nord-ouest et jusqu'à sa confluence avec la rivière Restigouche. Elle ressemble alors plus à une rivière à saumons qu'à un cours d'eau à truites mouchetées.

4.2.3 Ressources aquatiques

Des données de base sur les populations de poissons et d'invertébrés benthiques ont été recueillies au cours de 1989. L'étude de cette base de données est toujours en cours. Ces données seront mises à jour par de nouveaux échantillons qui seront pris sur une base saisonnière en 1990. On pourra ainsi connaître la variabilité de la communauté aquatique tout au long de l'année hydrologique. Ce plan se développera en 1990 afin de caractériser les ressources aquatiques du lac Upsalquitch.

4.2.3.1 Ressources halieutiques

Bien que le ruisseau Charlotte soit trop petit et trop enchevêtré d'aulnes pour que la pêche y soit intéressante à proximité du site minier, elle renferme néanmoins une population de petites truites mouchetées. Les résultats de l'étude sur la pêche à l'électricité pour les sites CB-1, CB-2b (en amont de la dérivation proposée) et CB-3 dans le voisinage du site minier (figure 4-5) se retrouvent au tableau 4-9. Les résultats indiquent qu'à ces endroits les densités totales de truites varient de 50 à 150 poissons par 100 m^2. La distribution inégale des alevins semble être responsable du large éventail dans les densités totales - au site 2, on a compté 120 alevins par 100 m^2, tandis qu'au site 3, on n'a capturé aucun alevin. Des populations denses de truites mouchetées ont également été découvertes aux sites CB-4 et UR-5, dans le ruisseau Charlotte et dans la rivière Upsalquitch sud-est près du lac. Ces densités sont comparables à celles observées dans les autres cours d'eau de cette région, là où la truite mouchetée est la seule espèce de poisson présente. Des descriptions des sites d'échantillonnage se retrouvent à l'Annexe J.

Les facteurs qui favorisent cette densité des populations du ruisseau sont une frayère adéquate, une excellente qualité de l'eau, un couvert abondant et un manque de compétition pour les ressources de la part d'autres espèces de poissons. Les températures plus froides de ces ruisseaux du nord, bien ombragés (et probablement alimentés d'eau de sources) donnent des taux de croissance très faibles pour ces truites. Ces taux combinés à une durée de vie courte (probablement 3 ou 4 ans) donnent des populations de poissons relativement petits (< 150 mm).

Le lac Upsalquitch est presque unique dans la région, et la pêche à la truite y est très populaire. Ainsi, en 1985, (année du plus récent sondage exhaustif sur les pêches), le lac Upsalquitch a reçu un total de 1 004 jours-pêcheurs d'effort pendant la saison, et 11 116 truites mouchetées y ont été capturées. Malgré la pêche sportive intensive qui s'y pratique, ce lac continue de produire un grand nombre de petites truites mouchetées (100 à 200 mm). On a observé ces dernières années une diminution de la taille moyenne des truites. La pêche intensive est peut-être responsable de ce phénomène.

La rivière Upsalquitch sud-est draine le lac Upsalquitch. Les 11 km de rivière allant du lac aux chutes de la gorge sud-est permettent une importante pêche à la truite. Cette section de la rivière Upsalquitch sud-est n'est pas assez profonde pour s'y déplacer en canot. Par conséquent, la pêche s'y fait généralement à pied.

TABLEAU 4-9

Sommaire des résultats de la pêche à l'électricité pour les sites dans le voisinage de la propriété Restigouche, 28-29 juin 1989

No du site[1]	Emplacement	Espèce	Âge	Densité (Nombre de poissons/100 m^2)[2]	Intervalle de confiance de 90%
CB-1	Bras sud Ruisseau Charlotte	Truite mouchetée	0+	*[4]	
			1+	28,3	
			2+	19,5	
			Total	53,4	
CB-2b[3]	Bras nord Ruisseau Charlotte	Truite mouchetée	0+	120,8	± 4,4
			1+	23,2	
			2+	8,7	
			Total	152,3	± 4,0
CB-3	Ruisseau Charlotte	Truite mouchetée	0+	0	
			1+	66,4	
			2+	34,1	
			Total	99,7	± 11,8
CB-4	Ruisseau Charlotte Près du lac	Truite mouchetée	0+	21,5	± 8,4
			1+	72,0	± 12,0
			2+	28,2	
			3+	0,4	
			Total	117,9	± 17,4
UR-5	Rivière Upsalquitch S-E près du lac	Truite mouchetée	0+	76,8	
			1+	15,2	
			2+	1,2	
			3+	1,0	
			Total	92,8	

L'étude sur la pêche à l'électricité a été menée par R. A. Currie.

1. Se reporter à la figure 4-6.
2. Formule Zippin (Zippin, 1958).
3. Au site 2, la pêche à l'électricité a eu lieu le 23 septembre 1989.
4. Ne pouvait pas être estimé à cause d'une configuration de prise non décroissante.

La partie du cours d'eau allant de la gorge sud-est à un point situé à environ 14 km en aval est fermé à la pêche. Directement en aval du cours d'eau fermé se trouve les eaux réservées de l'État d'Upsalquitch sud-est. Cette partie des eaux réservées de l'État se prolonge en aval jusqu'à la confluence de la rivière Upsalquitch nord-ouest au niveau des Forks (Figure 4-1). Les eaux réservées de l'État offrent des titres de pêche exclusifs à des pêcheurs choisis par tirage. Ces eaux réservées du réseau hydrographique de la rivière Upsalquitch sont divisées en six parties. Quatre de ces parties sont directement influencées par l'eau provenant du lac Upsalquitch : la partie Upsalquitch sud-est (en amont des Forks), la partie Forks Pool, la partie Crooked Rapids et la partie Berry Brook. Les deux autres parties se retrouvent dans l'affluent de la Upsalquitch nord-ouest.

En plus de la pêche au saumon qui se pratique dans les eaux réservées de l'État, on retrouve 12 camps de pêche privés situés sur la rivière Upsalquitch et sur la rivière Restigouche en aval de la confluence de la Rivière Upsalquitch. Ces pourvoiries emploient environ 80 personnes (directeurs, guides, cuisiniers, etc.) pendant les trois mois que dure la saison de la pêche. En supposant que les guides constituent la moitié du personnel et que chacun d'entre eux soit responsable d'un invité, on peut conclure que les camps privés accueillent environ 40 pêcheurs par jour tout au long de la saison.

En plus du personnel de camp, la Restigouche Riparian Association emploie environ 48 gardiens privés afin de patrouiller le réseau hydrographique pendant les mois d'été et d'automne. De ces gardiens, 18 sont affectés aux cours d'eau situés entre les Upsalquitch Forks et l'estuaire.

D'après le sondage sur les pêches de 1985, la rivière Upsalquitch sud-est a reçu 1 260 jours-pêcheurs d'effort de pêche et les prises se sont élevées à 549 saumons et à 10 335 truites mouchetées. La rivière Upsalquitch (en aval des Forks) a reçu 5 795 jours-pêcheurs d'effort et les prises se sont élevées à 877 saumons et 29 028 truites mouchetées.

La pêche sportive dans le bassin hydrographique d'Upsalquitch représente une valeur économique très importante. En supposant qu'en 1989 le niveau d'effort de pêche à la truite sur le lac Upsalquitch soit le même que celui de 1985 (1 004 jours-pêcheurs) et qu'on ait une valeur courante de 14,32 $/jour-pêcheur, de pêche à la truite pour un pêcheur résident (estimation faite par le MRNE en 1985 de 12,26 $/jour-pêcheur, combinée à la valeur courante), cette pêche à elle seule rapporterait alors 14 377 $.

La pêche à la truite dans la rivière Upsalquitch sud-est est plus difficile à évaluer puisque que seul l'effort total (jours-pêcheurs) est mentionné et qu'aucune distinction dans le nombre de jours-pêcheurs n'a été faite entre la truite et le saumon. Toutefois, si l'on suppose que la moitié de l'effort total a été consacrée à la truite (630 jours-pêcheurs), et selon les suppositions qui précèdent, on peut alors estimer la pêche à la truite mouchetée dans les rivières Upsalquitch sud-est et Upsalquitch pour les trois groupes principaux : l'effort provenant des quatre parties des eaux réservées de l'État mentionnées précédemment, l'effort provenant des deux parties des eaux loués et l'effort provenant des pêcheurs pêchant dans les eaux privées. En 1988, les eaux réservées de

l'État ont fourni un total de 803 jours-pêcheurs. En supposant qu'en 1989 le niveau d'effort soit le même avec une valeur de 200 $/jour-pêcheur (M. Redmond, MRNE, communication personnelle, 1989), on obtiendrait une valeur totale de 160 000 $ pour la pêche dans les eaux réservées de l'État. De la même façon, les baux de pêche en 1988 ont compté pour 446 jours-pêcheurs d'effort. En supposant le même niveau d'effort en 1989 et une valeur estimée de 600 $/jour-pêcheur (M. Redmond, MRNE, communication personnelle, 1989), les baux rapporteront une valeur totale de 267 600 $. Il n'existe pas d'estimation de l'effort pour les parties des eaux privées situées dans le bassin hydrographique d'Upsalquitch. Par conséquent, il est impossible de calculer la valeur estimée de ces pêches.

Toutefois, un total des sommes déjà établies semble indiquer que la valeur de la pêche sportive dans le bassin hydrographique d'Upsalquitch est évaluée à plus de 450 000 $ en 1989 (ce montant est inférieur à la réalité puisque qu'il n'inclut pas la pêche privée ou les parties des eaux réservées de l'État dans la rivière Upsalquitch nord-ouest, ou la pêche à la truite le long de n'importe lequel des nombreux affluents). Il est important de noter que cet argent est, en majeure partie, dépensé localement. Il sert à engager des gardiens, des guides, du personnel de campement et à acheter des marchandises, etc.

4.2.3.2 Invertébrés benthiques

Un échantillonnage préliminaire des invertébrés benthiques a été mené dans le ruisseau Charlotte et dans la rivière Upsalquitch sud-est à l'aide d'échantillonneurs à mini-pot. Des échantillonneurs ont été installés aux sites 1, 2 et 3 le 28 juin 1989 (figure 4-6). Le 29 juin, des échantillonneurs ont été installés aux sites 4 et 5. Trois échantillonneurs ont été déployés à chaque site. Les échantillonneurs ont été enlevés de chaque site à des intervalles d'environ 30 jours. L'identification et l'analyse des échantillons sont actuellement en cours. Les résultats concernant le plan d'échantillonnage de la population des invertébrés sont attendus pour le mois de mars 1990.

Des observations qualitatives indiquent que l'environnement aquatique dans le voisinage du site minier proposé renferme une riche communauté d'invertébrés benthiques. La partie de la rivière en aval du lac Upsalquitch semble fortement peuplée d'invertébrés benthiques.

Pour fournir une base fiable de comparaison, les données concernant la population d'invertébrés doivent être recueillies au cours de toutes les saisons. Le plan d'échantillonnage benthique se poursuivra donc au cours des saisons à venir afin de caractériser la variabilité annuelle des populations d'invertébrés dans le voisinage du site minier proposé.

4.3 Résumé des données de base pertinentes

Le site minier proposé est situé dans une région rocailleuse et éloignée du nord du Nouveau-Brunswick. La végétation dans le voisinage du site est typique des éléments des forêts des régions montagneuses de la région forestière acadienne. C'est une forêt mixte où prédominent l'épinette et le sapin. Une exploitation forestière s'est déroulée près du site au cours des années précédentes.

La plupart des espèces fauniques originaires de la partie centrale du nord du Nouveau-Brunswick sont présentes dans cette région. Il n'y a pas d'habitat faunique connu en péril dans le voisinage du site. L'habitat hivernal le plus près pour le chevreuil se trouve éloigné d'environ 2 km.

Les terrains dans cette région sont principalement utilisés pour l'exploitation forestière, la chasse, la location de terrains de camping et d'éventuelles réserves écologiques. Aucune exploitation forestière n'est prévue, pour un avenir immédiat, dans le voisinage du site minier proposé. Les baux pour les terrains de camping se trouvent en aval du site sur la partie basse du ruisseau Charlotte et sur le lac Upsalquitch. Parmi les différentes réserves écologiques proposées la plus proche se trouve à plus de 6 km en aval sur la rivière Upsalquitch sud-est. Ces terrains sont également utilisés pour le trappage, la récolte des crosses de fougère et d'autres utilisations récréatives non-consommatrices. On y offre aussi des baux pour des érablières.

Le site repose sur de la moraine mince formée de sable silteux et de gravier avec des galets et des blocs. On retrouve aussi des sables et des graviers argileux. Le soubassement volcanique est généralement bien fracturé, faible à modérément fort. Il est complètement altéré en quelques endroits.

La zone générale de développement repose à l'intérieur d'une unité de roche volcanique d'âge ordovicien avec une séquence de tufs de rhyodacite et de rhyolite et des coulées se trouvant au-dessus et au-dessous des sulfures massifs. Les sulfures massifs affleurent à la surface près du ruisseau Charlotte et plongent de 25° vers le nord dans une zone épaisse de 10 à 50 m. On n'a observé aucune faille dans le voisinage du gisement.

Le site minier proposé est situé près de la ligne de partage des eaux entre les rivières Upsalquitch et Nepisiguit. Les réseaux locaux d'écoulement souterrain sont relativement peu profonds et les sens d'écoulement souterrain sont fortement influencés par la topographie de surface. La plus grande partie du développement minier se trouve dans un bassin d'alimentation ayant des profondeurs considérables jusqu'à la nappe d'eau. L'eau souterraine se décharge dans le réseau de surface au niveau du ruisseau Charlotte.

Le taux annuel de recharge au réseau souterrain est estimé à 65 mm. Ce ruissellement d'infiltration souterraine se déplace du bassin d'alimentation à la zone de décharge à côté du ruisseau Charlotte. La nappe d'eau se trouve à des profondeurs de 10 à 25 m.

Le drainage provenant du site se fait au ruisseau Charlotte dans les eaux d'amont extrêmes de la rivière Upsalquitch sud-est. Le ruisseau Charlotte est formé de deux petits bras au niveau du site et à leur confluence, l'écoulement annuel moyen est estimé à 0,1 m^3/sec. Le ruisseau Charlotte est l'affluent majeur du lac Upsalquitch. Le lac est drainé par la rivière Upsalquitch sud-est.

La qualité de l'eau de ce réseau hydrographique est généralement excellente et on y retrouve diverses formes de vie aquatique. L'eau de surface a une faible concentration de minéraux dissous. C'est une eau douce qui contient peu de calcium et de magnésium. Son pH dépasse 7 et elle est légèrement alcaline (une mesure du pouvoir tampon de l'eau par rapport à des changements dans le pH). Directement en aval du gisement, les concentrations de fer et de zinc étaient à peine élevées.

Des concentrations élevées de métaux lourds se retrouvent dans les sédiments du cours d'eau directement en aval du site. Cela reflète la présence du gisement minéral de sulfures en question.

À l'intérieur du réseau d'Upsalquitch, les espèces de poisson d'intérêt principal sont le saumon de l'Atlantique et la truite mouchetée (résident et anadrome). La chute qui se trouve sous Simpson's Field limite la venue en amont du saumon de l'Atlantique et de la truite mouchetée anadrome. Cependant, la truite mouchetée est omniprésente d'un bout à l'autre du réseau hydrographique.

Les densités totales des truites mouchetées sont relativement élevées. Des populations denses ont été répertoriées dans le ruisseau Charlotte et dans la rivière Upsalquitch sud-est près du lac. La fécondité élevée est reliée à la qualité de l'habitat et à un manque de compétition venant des autres espèces. Le lac Upsalquitch renferme également des populations productives de truites.

Le lac Upsalquitch se trouve dans une région de la province relativement pauvre en lacs et la pêche sportive à la truite mouchetée y est très pratiquée. On pratique la pêche sportive au saumon de l'Atlantique et à la truite mouchetée dans la rivière Upsalquitch sud-est. Quatre sections d'eaux réservées de l'État sont situées en aval du site minier proposé. Les rapports concernant la pêche dans ces sections indiquent que la qualité de la pêche au saumon de l'Atlantique dans la rivière Upsalquitch sud-est est très bonne. On retrouve également douze camps de pêche privés en aval du site.

La pêche sportive dans le bassin hydrographique d'Upsalquitch est très importante en ce qui a trait à sa valeur économique. La valeur de la pêche sportive dans le lac Upsalquitch est estimée à environ 14 000 $ pour 1989. La valeur en 1989 pour la pêche dans les eaux réservées de l'État et pour les baux privés est estimée à 160 000 $ et 267 000 $ respectivement.

5.0 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT -AMÉNAGEMENT ET CONSTRUCTION

Les activités d'aménagement et de construction nécessaires au projet et le milieu biophysique relatif à ces activités sont décrits dans la présente section. Cela permet d'identifier les effets potentiels sur l'environnement. Les effets négatifs possibles seront décrits dans le contexte des mesures d'atténuation proposées.

À cause de la distance séparant les diverses terres utilisées de la région (section 4.1.3) et le site minier, aucun impact négatif n'a été identifié. L'évaluation de l'impact se limite à une région couvrant 1 km autour du site minier et de la voie de camionnage et comprend les cours d'eau adjacents au site.

En général, les pratiques de construction standard prévoient l'atténuation des préoccupations environnementales. Toutefois, le milieu de certaines régions à l'intérieur des limites de l'étude a été identifié comme sensible et pourrait être mis à risque pendant l'aménagement et la construction.

5.1 Installations sur place

La construction d'installations sur place exigera le déblaiement et le creusage du terrain de même que des installation de terrassement (étangs, remblais, fossés), des fondations et la construction de divers "magasins" et autres petits bâtiments. Le déblaiement, le creusage et le terrassement nécessiteront l'emploi de boutoirs à lame,

d'excavatrices et de camions. Les déblais seront mis à profit par la construction d'installations de drainage et de traitement des déchets. Le montage des structures et de l'équipement nécessitera l'emploi de treuils de levage, de compresseurs d'air, de machines à souder et de clés pneumatiques.

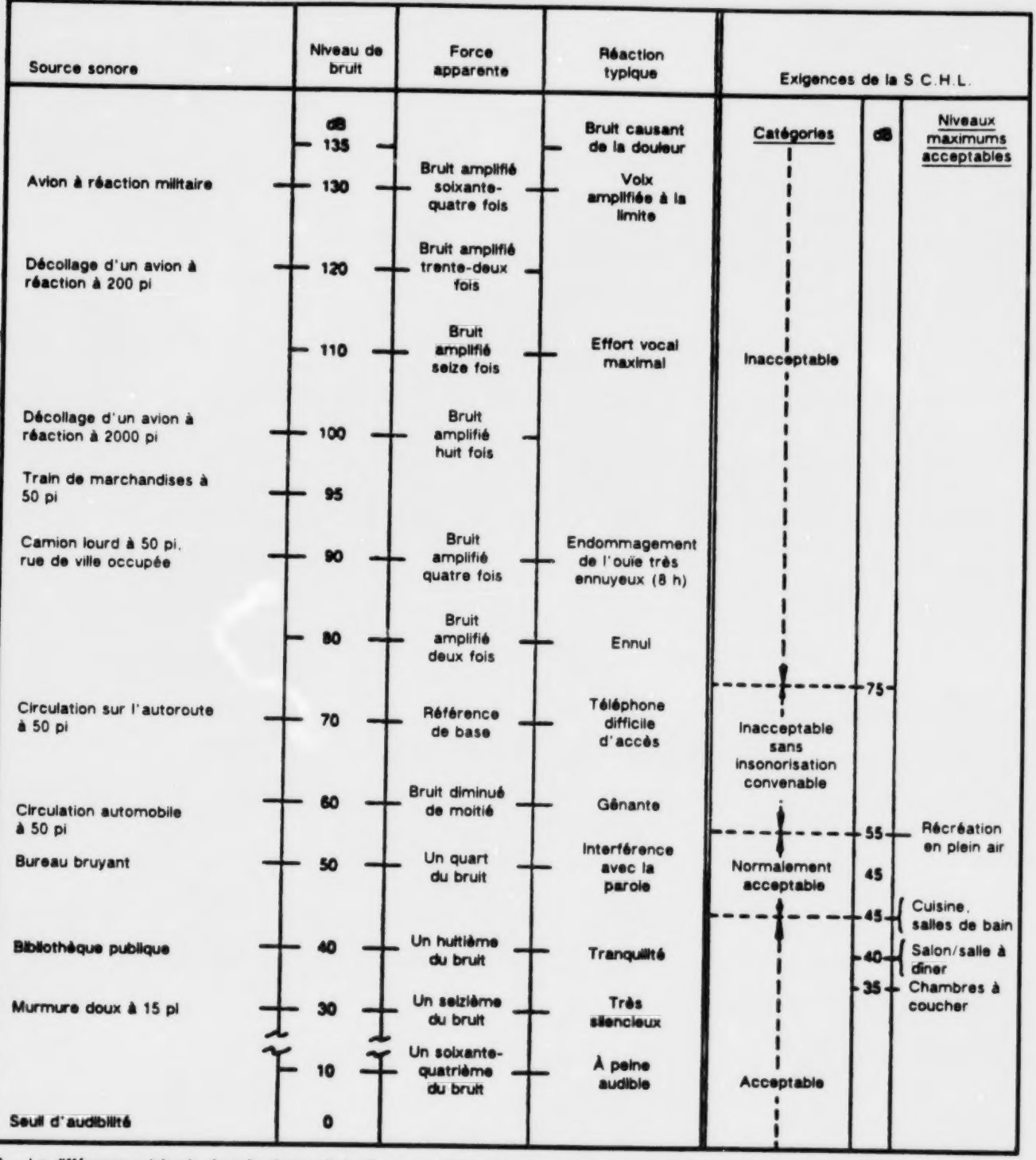
Il y aura émission de poussière et de bruit pendant toutes les phases de l'exploitation minière (construction, explosion, chargement et camionnage). Ces émissions seraient comparables à celles d'autres opérations d'exploitation à ciel ouvert et de carrière.

De façon générale, le bruit peut être défini comme un son qui importune ceux qui l'entendent. Le volume et la qualité du bruit déterminent le genre de réponse obtenue. Un bruit acceptable pour l'oreille humaine, relatif à l'exploitation des terres, peut être ou non acceptable pour la faune.

La figure 5-1 présente un graphique qui indique les divers niveaux de bruit provenant de différentes sources, les réactions types et les niveaux considérés acceptables ou non dans un environnement extérieur ou intérieur. En plus des camions lourds, qui génèrent 90 dB à 15 m, les données canadiennes et américaines indiquent que l'équipement type pouvant être utilisé peut entraîner les niveaux de bruit suivants (à 15 m de la source, sauf avis contraire) :

FIGURE 5-1

Niveaux de bruit communs et réactions typiques



NOTA - La différence minimale dans le niveau de bruit qui est détectable par l'oreille humaine est 3 dB. Une augmentation de 10 dB semble doubler le niveau de bruit. Par contre, une diminution de 10 dB réduit de moitié le bruit apparent.

Source : Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1977.
Chemin de fer et route. Effets sur le logement de la S.C.H.L.
Publication NHA 5156, décembre.

Marteau perforateur pneumatique	80 à 110 dB
Tracteur à chenilles	85 à 90 dB
Décapeuse	90 à 95 dB
Compresseur d'air (à 3 m)	100 dB
Marteau-piqueur (à 8 m)	90 dB
Bétonnière (à 6 m)	80 dB

L'unité dB indique le niveau sonore exprimé en décibels. Il repose sur le niveau sonore pondéré A, équivalent de 24 heures, utilisé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Le niveau sonore pondéré A est le niveau sonore mesuré à l'aide d'un sonomètre réglé de façon à amplifier les composantes de la fréquence moyenne, ce qui s'apparente à la réaction d'une oreille humaine. Le niveau sonore pondéré A est adéquatement corrélé avec les évaluations subjectives des effets fâcheux ou gênant du son. Bien qu'il soit souvent exprimé en dBA, le présent document n'utilisera que l'unité dB.

La majeure partie de l'équipement énuméré génère un bruit de 80 à 110 dB sur une distance de 15 m de la source. Bien qu'ils soient considérés comme inacceptables, ces niveaux de bruit, présents à divers endroits, dépendent de plusieurs facteurs. Ces facteurs comprennent la fréquence et la durée d'utilisation de l'équipement, la combinaison des matériels utilisés, la distance de la source, la capacité d'atténuation des matériaux composant le sol, la topographie et la végétation entourant le site minier.

Selon une règle empirique, un niveau de 80 à 110 dB à la source serait atténué dans l'atmosphère rien que par la distance, de sorte que les niveaux perçus à 1 km de la source varieraient entre 45 et 60 dB.

À l'extérieur du site minier, les seules zones habitées à proximité de la construction seraient les terrains de camping loués sur le ruisseau Charlotte et le lac Upsalquitch. Le terrain le plus proche est à environ 4 km du site minier. Les niveaux réels perçus à ce terrain devraient être minimes puisque la capacité d'atténuation des matériaux de composition du sol et de la végétation devrait être assez élevée. Mise à part la période de creusage, la construction des diverses installations devrait générer peu de bruit.

Le bruit engendré par les activités humaines peut affecter la faune. Il peut soit attirer certaines espèces animales, soit les mener à la panique et entraîner l'exode d'une population d'une région autrefois utilisée.

L'effet du bruit sur la faune est fonction du type de bruit émis, de son intensité et de sa fréquence de même que la distance qui le sépare des animaux. Peu d'études ont été faites sur les effets d'une exploitation minière sur la faune. Toutefois, Kuck et al. (1985) a examiné, chez les wapitis, la réaction de faons et de femelles adultes en simulant des bruits reliés à l'exploitation d'une mine. Ces bruits généraient environ 100 dB à 3 m. Il a constaté que contrairement aux wapitis paisibles, les wapitis troublés

parcouraient de plus grandes distances, utilisaient des zones plus étendues et ne sélectionnaient pas un habitat qui leur était favorable. La distance visée pour cette étude n'a pas été mentionnée, mais il semble qu'elle se situait à plusieurs centaines mètres.

D'autres études ont été effectuées sur plusieurs espèces fauniques utilisant divers types de bruits de source humaine. Ces études sont résumées au tableau 5-1. Les résultats indiquent que les bruits ne provoquent pas de réaction quand la source est située à plusieurs centaines de mètres des animaux.

Certaines espèces, comme le cerf de Virginie, peuvent être attirées par certaines activités qui leur procurent du fourrage. Le cerf a également démontré qu'il peut s'adapter à divers types de bruit.

Le site minier proposé se trouve à environ 2 km de la zone d'hivernage du cerf la plus proche, c'est-à-dire le long du ruisseau Simpson. Les renseignements disponibles sur les effets du bruit indiquent que le bruit engendré par une exploitation minière n'entraînerait pas d'effets négatifs sur les populations de cerf de la région. Puisque la zone occupée par le cerf se trouve à proximité de l'autoroute 180, il est probable qu'il soit habitué aux niveaux de bruit associés à la circulation routière.

À l'exception des activités de construction, le creusage tend à produire de la poussière sur place et le long des voies de camionnage en provenance de l'installation et en direction de celle-ci. La quantité de poussière produite à l'installation et le long des

TABLEAU 5-1

Effets de divers types de bruits de source humaine sur certaines espèces fauniques

ESPÈCES	TYPE DE BRUIT	DISTANCE DE LA PROVENANCE DU BRUIT	COMPORTEMENT	RÉFÉRENCE
Wapiti	Bruit de mine simulé (environ 100 dB à 3 m)	Indéterminée (plusieurs centaines de mètres)	- se déplace 1,7 fois plus loin - changement d'élévation 3,5 fois plus grand - utilise 5,5 fois plus d'espace - utilise plus souvent un habitat défavorable	Kuck et al., 1985
Cerf de Virginie	Circulation en motoneige	Indéterminée (à proximité)	- agrandit son aire d'occupation - augmente ses déplacements - est déplacé dans d'autres régions - certain degré d'habituation au bruit par les cerfs non chassés	Dorrance et al., 1975
		≤ 61m	- s'éloigne ≥ 23 m plus loin - peu d'effets sur les déplacements hivernaux - probablement habitué aux bruits causés par de la machinerie ou des scies à chaîne ce qui diminue la réaction aux motoneiges. - reste près de la machinerie lourde et bruyante et des hommes munis de scies à chaîne, mais s'éloigne lorsqu'on l'approche discrètement.	Eckstein et al., 1979

TABLEAU 5-1 (suite)

Effets de divers types de bruits de source humaine sur certaines espèces fauniques

ESPÈCES	TYPE DE BRUIT	DISTANCE DE LA PROVENANCE DU BRUIT	COMPORTEMENT	RÉFÉRENCE
Caribou	Petit aéronef (à voilure fixe)	< 60 à 150 m	- panique, se met à courir, se sauve	McCourt et al., 1974
		> 150 m	- aucune réaction	Calef et al., 1973; 1976
	Compresseur (même fréquence et intensité qu'un moteur à réaction)	< 200 m	- région désertée	McCourt et al., 1974
		> 800 m	- aucune réaction	
Orignal	Petit avion (à voilure fixe et hélicoptère)	< 61 m	- réaction forte	McCourt et al., 1974
		> 180 m	- aucune réaction	

voies dépend à la fois du site et des conditions atmosphériques (pluies et directions du vent) de même que des mesures préventives en place. Ces mesures sont reliées au soin apporté au chargement et au camionnage, au nettoyage et au traitement des voies de camionnage. Puisque le déblai sera vidé sur place, les problèmes rencontrés devraient être minimes.

L'écoulement provenant de l'exploitation pendant cette phase ne sera peut-être pas d'une qualité acceptable, empêchant ainsi son évacuation directe à l'extérieur du site. En effet, il peut contenir beaucoup de matières en suspension ou de polluants provenant du lessivage du sol sur le site. Il y a peu de chance que l'écoulement soit acide puisque le type de roche productrice d'acides ne serait pas exposée avant que toutes les installations de traitement des déchets soient en place.

5.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur le milieu terrestre

Le bruit sera atténué par la topographie avoisinante (dans un rayon de 2 km, l'augmentation des élévations de terrain varie de 40 à 100 m, créant ainsi un obstacle naturel à la propagation du son) et par les terres recouvertes de végétation. Il est improbable que le bruit constitue une source d'effets nuisibles à l'environnement. Toutefois, les niveaux de bruit seront mesurés à des endroits sélectionnés afin de déterminer la précision des niveaux prévus. Ces renseignements seront utilisés dans le but d'élaborer des mesures d'atténuation, selon les besoins. Il peut être nécessaire de prévoir la construction de murs du son à des endroits appropriés autour de la mine.

Comme mentionné précédemment, des émissions de poussière sont à prévoir pendant toutes les phases de l'exploitation minière. La poussière de surface sera limitée par le biais de pulvérisation d'eau et de produit anti-poussière. Dans toute exploitation de minerai, il existe une quantité de particules aéroportées (explosion, chargement, transport du minerai, etc.). Toutefois, la quantité de poussière de minerai libérée devrait être minime à cause de la dureté du minerai à exploiter. La roche dure produit peu de poussière lorsqu'elle est fragmentée et devrait, par conséquent, créer relativement peu de particules aéroportées. Les vents dominants devraient généralement pousser la poussière provenant de la mine en direction est, parallèlement à la vallée du ruisseau Charlotte. Ainsi, la poussière se déposerait en majeure partie sur le sol et sur la végétation adjacente au site minier. L'émission de poussières ne devrait pas avoir d'effets néfastes sur les milieux terrestre et aquatique.

Les effets résiduels sur le milieu terrestre pendant la période de construction comprendront la destruction de la végétation et des habitats fauniques des zones perturbées. La présence de vastes lopins de forêt près du site minier absorbera de façon adéquate la perte d'habitat pour la faune.

5.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques

Les fossés collecteurs ou de dérivation, temporaires ou permanents, et les bassins de décantation associés seront construits avant le nettoyage et le déblayage du site afin d'assurer une capacité nominale de sédimentation appropriée. Les installations

temporaires se trouveront à l'extrémité "ruisseau Charlotte" de l'exploitation à ciel ouvert de façon à recueillir l'eau de drainage pendant le creusage des morts-terrains du site, étape préalable à l'aménagement de l'exploitation proprement dite (figure 3-2). Ainsi, aucun effet résiduel imputable à la construction de l'exploitation n'a été identifiée.

5.2 Installations externes

5.2.1 Voie de camionnage

La construction d'une voie de camionnage nécessiterait des activités semblables à celles de la préparation du site minier (nivellement, déplacement de terre, etc.). Donc, les effets devraient être les mêmes. Les conséquences rattachées à la construction d'une voie de camionnage sur l'utilisation des terres et sur le milieu terrestre seront minimes.

5.2.2 Détournement du ruisseau Charlotte

Le projet de dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte comprendra une stratégie visant à limiter les impacts de l'installation proposée sur l'habitat aquatique et les populations de poissons. Les effets nuisibles possibles de la dérivation comprennent la perte d'habitat pour les poissons et la libération de sédiments dans la section en aval du ruisseau Charlotte.

5.2.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques

Le canal de dérivation sera complètement construit "à sec". La rétention de l'eau sera effectuée aux extrémités supérieure et inférieure jusqu'à ce que toute la construction soit achevée. Toute activité de construction à proximité du ruisseau sera limitée au stricte minimum. Le recouvrement du canal de gravier "propre" et de pierres empêchera son érosion latérale une fois que le canal sera fonctionnel. Donc, aucun sédiment ne sera libéré dans les sections en aval du ruisseau Charlotte pendant la construction du canal de dérivation.

Le canal de dérivation sera conçu de façon à maintenir le débit nominal de la section actuelle du bras nord. Ce débit sera déterminé en fonction des observations faites à partir du profil des coupes transversales, de la pente du radier et des lignes de hautes eaux. La dérivation proposée du bras nord dans le bras sud du ruisseau Charlotte sera construite afin d'assurer le remplacement de la productivité de la section actuelle du bras nord de façon appropriée. Un ouvrage de dérivation qui offre les paramètres requis pour la création d'un habitat idéal pour la truite de ruisseau comprendrait :

- une périodicité des fosses de une toutes les 5 à 7 largeurs de canal
- une fréquence fosse/rapide de 50/50
- inclinaison des rapides de 1 %
- soutènement des fosses et des rapides se composant de galets et de blocs erratiques.

Les fosses seraient construites grâce au confinement dans la ruisseau de cages en broche remplies de roches. Elles seraient de plus creusées pour atteindre la profondeur normale pour une fosse, soit au moins 30 cm. Le soutènement, composé de galets et de blocs, couvrirait au moins 20 % de la dérivation. Un programme détaillé de caractérisation de l'habitat sera entrepris afin d'évaluer et de quantifier les conditions existantes. En conséquence, l'examen des données quantifiées sur l'habitat permettra de modifier les paramètres du canal. Les caractéristiques du canal de dérivation seront définies et réexaminées avec les organismes intéressés pendant le traitement de la demande d'un permis de modification des cours d'eau.

Le débit de la partie du bras sud entre la sortie du canal de dérivation et la confluence actuelle des bras nord et sud (longueur approximative de 110 m), augmentera avec la dérivation. Cette section est en fait une brèche traversant des zones de soubassement affleurant. Le fond de cette section est bien recouvert de gravier et de pierres. Par conséquent, l'érosion que connaît cette partie ne devrait pas s'accroître parallèlement à l'augmentation du débit. Les caractéristiques hydrauliques des canaux actuels seront examinées et des paramètres seront élaborés de façon que le canal de dérivation ne dépasse pas l'intensité nominale hydraulique de cette partie. Les caractéristiques détaillées de la conception seront fournies dans la demande d'approbation de la construction. Ainsi, aucun effet résiduel imputable à la construction d'un ouvrage de dérivation n'a été identifié.

5.2.2.2 Caractérisation de l'habitat

À la fin des travaux de localisation du canal de dérivation, un programme détaillé de caractérisation de l'habitat sera effectué dans cette partie du bras nord du ruisseau Charlotte. Les paramètres reliés à l'habitat seront quantifiés afin de déterminer la quantité et la qualité des divers types d'habitat qui devront être remplacés.

Ces travaux seront effectués tôt à l'été 1990, si les conditions le permettent. Le programme nécessitera la mesure des paramètres physiques du ruisseau et devra faire appel à la pêche à l'électricité pour vérifier l'utilisation des habitats. Les renseignements ainsi obtenus faciliteront les modifications de conception du canal de dérivation qui permettront de remplacer les habitats détruits dans le ruisseau Charlotte par des habitats de qualité équivalente.

6.0 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - EXPLOITATION

La présente section du rapport évalue les effets de l'exploitation minière sur les milieux biophysique et socio-économique. Une étude de l'exploitation minière proposée a identifié les composantes suivantes en tant que préoccupation environnementale potentielle :

- eaux résiduelles
- explosion
- eaux souterraines
- transport du minerai par camion
- interruption de l'exploitation
- effets socio-économiques
- effets cumulatifs

L'abord interactif de la conception de la mine proposée et l'expérience acquise au cours de l'exploitation d'autres installations semblables dans la province ont permis d'identifier des mesures d'atténuation qui seront incorporées dans les réseaux du projet.

Les effets potentiels de l'exploitation de la mine de Restigouche sur le milieu terrestre sont limités à la région avoisinante de la mine et à la route de camionnage. L'on s'attend à ce qu'ils soient semblables aux effets associés à la phase de

développement/construction (section 5.0). Aucune autre mesure d'atténuation n'est exigée et l'évaluation de l'impact sur l'environnement relatif à l'exploitation minière tiendra compte principalement des effets potentiels sur le milieu aquatique.

Le gisement de minerai de Restigouche est situé à proximité du ruisseau Charlotte qui est un affluent important du lac Upsalquitch. Le ruisseau Charlotte et le lac Upsalquitch sont situés en amont de la rivière Upsalquitch sud-est. La décharge non restreinte de l'effluent non traité du site minier pourrait avoir des effets sérieux sur les ressources en eau et sur le milieu aquatique du ruisseau Charlotte. Un volume important ou une décharge ininterrompue d'effluent non traité pourrait avoir des effets négatifs sur la qualité de l'eau du lac et de la rivière Upsalquitch sud-est. Par conséquent, le bassin hydrographique d'Upsalquitch sud-est sert de limite pour effectuer l'évaluation des impacts potentiels sur le milieu aquatique. Toutefois, des mesures seront prises pour s'assurer que la qualité de l'eau du ruisseau Charlotte reste convenable afin de soutenir les populations résidentes du biote aquatique. Ces mesures permettront de s'assurer que le projet aura un effet minime à l'intérieur des limites identifiées.

6.1 Effluents de déchets liquides

6.1.1 Effets potentiels du drainage acide de mine sur les ressources en eau et sur le milieu aquatique

L'effet potentiel des exploitations minières sur la qualité des eaux de surface et souterraines constitue la préoccupation environnementale la plus éminente lorsqu'il s'agit de l'extraction des gisements de sulfure. La production des effluents acides est déclenchée

pendant la phase d'extraction et elle peut se poursuivre bien après que l'exploitation soit terminée, en raison du contact constant de l'air et de l'eau avec les sulfures. S'il n'est pas contrôlé, l'écoulement de ces eaux de drainage dans l'environnement pourrait affecter de façon dramatique la qualité des eaux de surface et souterraines, qu'elles soient ou non situées près du site minier et, par le fait même, les espèces qui y habitent ou qui en dépendent.

La situation serait encore plus dramatique si le drainage d'un effluent acide non traité ou traité de façon inadéquate s'écoulait dans le ruisseau Charlotte. Tout écoulement d'une telle eau de drainage dans le ruisseau Charlotte serait inacceptable. Vu le débit relativement faible de ce cours d'eau récepteur, une telle fuite affecterait grandement la qualité de l'eau qui coule du site minier au lac Upsalquitch. Toutefois, en atteignant le lac, la fuite serait effectivement diluée par ce volume important d'eau. Par conséquent, les effets sur le lac Upsalquitch seraient minimisés et ils se limiteraient à la région située près de l'entrée du ruisseau Charlotte. Un résumé des effets sur la qualité de l'eau, en période de faible débit est présenté aux tableaux 6-1 et 6-2.

La fuite d'un effluent non traité aurait des teneurs élevées de divers métaux. Dans le contexte actuel, les préoccupations relatives aux métaux ont trait à leur disponibilité et à leur toxicité biologique aiguës ainsi qu'au potentiel de bioaccumulation et de risques pour la santé humaine. La toxicité des métaux à l'égard du biote aquatique semble dépendre de la concentration de métaux à l'état libre plutôt que de la

concentration totale des métaux (Borgmann, 1983). La toxicité du métal en milieu aquatique est grandement influencée par les facteurs physico-chimiques de l'environnement hôte spécifique. La spéciation et la disponibilité biologique des métaux dans l'eau sont soumises aux interactions physique et chimique, qui à leur tour peuvent être affectées par de nombreux facteurs du milieu. En général, la toxicité du métal diminue avec l'augmentation du pH, de l'oxygène dissous, de la dureté, de l'alcalinité, des sels dissous (Ca^{++} et Mg^{++}), et en présence des produits de chélation (Babich et Stotzky, 1983). Les complexes de métaux inorganiques et organiques semblent être relativement non toxiques, ce qui réduit la toxicité d'une concentration totale de métaux (Borgmann, 1983).

Les métaux sont facilement bioaccumulés par le poisson. On les retrouve principalement dans les branchies, le foie, les tissus de la nageoire et, à un degré moindre, dans le tissu du muscle comestible (Merlini et Pozzi, 1977). Les organismes aquatiques ont développé une variété de mécanismes afin de dépurer les matières polluantes à métaux lourds. Lorsque la source polluante est enlevée, les niveaux de métal dans le poisson diminuent par élimination (Weis et Weis, 1983; Niimi, 1983).

La bioamplification peut apparaître lorsqu'une substance résistante à la dégradation est transférée par les niveaux trophiques du réseau alimentaire aquatique. L'étendue de la bioamplification dépend de facteurs tels que le nombre d'étapes dans le réseau alimentaire, les sortes d'organismes ainsi que la concentration de la substance à

Tableau 6-1

Effets potentiels des fuites sur la qualité de l'eau

Volume de la fuite	3000 m^3 (volume de l'étang de retenue)
Acidité de la fuite (mg/L)	1500 (en $CaCO_3$)
Conditions de débit	débit faible, aucune dilution
Effets sur le ruisseau Charlotte	écoulement idéal; la qualité de l'eau dans le ruisseau équivaut à la qualité de l'eau de la fuite
Effets sur le lac Upsalquitch	les effets sur la qualité de l'eau se révèlent à l'entrée du ruisseau Charlotte. L'augmentation d'acidité maximale dans le lac est de <1 mg/L
Effets sur la rivière Upsalquitch sud-est	aucun

Tableau 6-2

Effets potentiels des décharges insuffisamment traitées sur la qualité de l'eau

Quantité de la fuite	85 m^3/h (débit de traitement prévu)	
Qualité de l'effluent	non traité (partiellement traité)	
Acidité de l'effluent en $CaCO_3$ (mg/L)	1500 (1,0)	
Conditions du débit	débit d'été	
Durée de la décharge (heures)	12	24
Concentrations dans le ruisseau (mg/L)		
au site minier	500 (0,3)	500 (0,3)
au lac	200 (0,1)	200 (0,1)
Concentrations maximales dans le lac (mg/L)	0,3 (<0,001)	0,6 (<0,001)
Effets sur la rivière Upsalquitch sud-est	aucun	aucun

chaque palier du réseau (Ray and Trieff, 1980). Toutefois, des métaux tels que le cuivre et le plomb n'ont pas semblé être bioamplifiés de façon notoire en milieu aquatique (Hutchinson et al., 1976; Namminga et al., 1974; Getz et al., 1977).

L'écoulement d'un effluent non traité entraînerait probablement des effets toxiques aigus sur les invertébrés aquatiques et sur les poissons qui vivent dans le ruisseau Charlotte. Une bioaccumulation de métal peut se produire mais cela ne devrait pas constituer un problème. Les effets seraient de nature temporaire. Des études faites à l'échelle provinciale sur d'autres fuites comparables ont démontré que lorsque la source de pollution est éliminée, l'écologie du cours d'eau se rétablit en l'espace de quelques mois. Les effets sur le lac Upsalquitch seraient limités à la région située près de l'entrée du ruisseau Charlotte. L'importance du volume d'eau du lac agirait comme diluant, même sur les fuites les plus importantes.

La décharge des effluents insuffisamment traités dans le ruisseau Charlotte, pour des périodes variées non décelées, aurait des effets semblables à ceux d'une fuite. Par conséquent, ainsi que l'illustre le tableau 6-2, les effets sur le ruisseau seraient nuisibles à la qualité de l'eau et du biote aquatique, alors que les effets sur le lac Upsalquitch seraient minimes.

6.1.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels

Des mesures seront prises à l'installation de Restigouche afin d'assurer le confinement et le traitement du drainage des effluents acides. La quantité du drainage des effluents acides susceptibles d'être créés sera minimisée par :

- la séparation des gangues non sulfureuses et sulfureuses et
- la dérivation de l'écoulement en surface non contaminé des régions de sulfure
- la gestion des déchets d'exploitation conformément à la section 3.2.

La régulation des eaux de drainage et le réseau de surveillance de l'effluent seraient conçus et mis en action afin de s'assurer que, advenant une défaillance des étangs de retenue, des fossés et de l'équipement, l'effluent s'écoulera dans la mine à ciel ouvert. Une fois terminée, la mine à ciel ouvert aurait la capacité nominale de contenir une production d'eau contaminée supérieure à deux ans. Par conséquent, la carrière servirait de réservoir d'urgence s'il s'avérait nécessaire d'emmagasiner temporairement de l'eau de drainage.

L'eau de drainage doit être contenue dans des fossés et des étangs de retenue revêtus de façon appropriée. Le réseau de traitement doit assurer la neutralisation et la réduction des polluants métalliques du drainage des effluents acides avant leur décharge dans le ruisseau Charlotte (section 3.2.3).

L'effluent traité doit être déchargé dans le ruisseau Charlotte. Les effluents traités conformément au Règlement sur les effluents liquides (tableau 6-3) contiennent des métaux résiduels pouvant affecter la qualité de l'eau d'un petit cours d'eau récepteur comme le ruisseau Charlotte selon les conditions de faible débit énumérées au tableau 4-7. L'analyse a déterminé que la décharge des quantités de calcul des effluents conforme aux normes données au tableau 6-3, pourrait entraîner des concentrations supérieures à celles nécessaires à assurer la protection de la vie aquatique dans le ruisseau Charlotte durant les périodes de faible débit. Les installations de traitement doivent donc être conçues et exploitées afin d'être conformes aux valeurs plus strictes données au tableau 6-4. Les effets potentiels de la décharge chronique des métaux résiduels sont illustrés au tableau 6-5. Un effluent qui présente des concentrations de métaux respectant les niveaux présentés au tableau 6-4 entraînerait des concentrations dans le ruisseau Charlotte se situant en deçà de la gamme sécuritaire des valeurs permettant d'exposer de façon continu les salmonidés. Ces valeurs sont bien inférieures aux niveaux létaux.

Ainsi qu'il a été mentionné auparavant, la concentration totale de métaux ne reflète pas l'élément toxique réel. Vu les nombreux facteurs de modification qui agissent sur le métal et sur l'organisme aquatique exposés, la toxicité dans des conditions naturelles ne peut être prévue à partir d'études de laboratoire extrapolées. Les métaux ne se dégradent pas, mais ils sont plutôt transférés ou stockés dans le milieu aquatique et

Tableau 6-3

Règlements sur les effluents liquides

Substance	Concentration moyenne arithmétique mensuelle maximale autorisée (mg/L)
Arsenic	0,5
Cuivre	0,3
Plomb	0,2
Nickel	0,5
Zinc	0,5
Matières totales en suspension	25,0

Source: Environnement Canada, 1977.

Tableau 6-4

Niveaux visés pour les paramètres de l'effluent de l'installation de traitement

Paramètre	Objectif (mg/L)	Valeur admissible comparative* de l'effluent (mg/L)
Cuivre	0,05	0,3
Fer	0,50	S.O.
Plomb	0,05	0,2
Zinc	0,50	0,5
pH	9,5	≥ 5

* Voir le tableau 6-3
S.O. sans objet

Tableau 6-5

Effets potentiels des métaux résiduels de l'effluent déchargés dans le ruisseau Charlotte

Quantité de la décharge	34 m^3/h (débit de l'effluent nominal en été)			
Qualité de l'effluent	objectifs (cuivre 0,05; fer 0,5; plomb 0,05; zinc 0,5)			
Conditions d'écoulement	faible débit en été (0,05 m^3/s)			
Concentration (mg/l)	cuivre	fer	plomb	zinc
- dans le ruisseau Charlotte au le site minier	0,008	0,08	0,008	0,08
- concentration maximale admissible de l'exposition continue du poisson	0,009[a]	7,5[b]	0,058[c]	0,036[d]
- niveau létal	0,025[e]	---	4,82[f]	0,093[g]
Effets sur le ruisseau Charlotte	aucun			
Effets sur le Lac Upsalquitch	aucun			
Effets sur la Rivière Upsalquitch s.e.	aucun			

[a] truite mouchetée, Cu^{++}; McKim et Benoit, 1971.
[b] truite mouchetée; Sykora et al., 1972.
[c] truite mouchetée, plomb total; Holcombe et al., 1976.
[d] truite arc-en-ciel; Goettl et al., 1976.
[e] saumon de l'Atlantique, niveau létal initial; Carson et Carson, 1972.
[f] truite mouchetée toxicité aiguë moyenne; US EPA, 1985.
[g] truite arc-en-ciel, 96-h LC_{50}; Chapman, 1978.

ne peuvent être considérés disponibles que dans des conditions appropriées. Les métaux peuvent fortement être adsorbés aux particules et ils peuvent être retirés de la colonne d'eau pour être concentrés sous forme de sédiments. Les sédiments et le film de surface constituent des sites importants de concentration de métaux. Ceci se reflète dans les résultats analytiques de la chimie et la géochimie des cours d'eau (voir les paragraphes 4.2.1.1 et 4.2.1.2). Les métaux forment un complexe avec les ligands organiques et inorganiques.

Les concentrations de métaux dans le ruisseau Charlotte, provenant de la décharge de l'effluent traité, seront inférieures aux niveaux toxiques. En raison des facteurs dont il a déjà été question, il ne devrait pas y avoir une grande quantité de métaux dans le biote aquatique. Donc, la toxicité du métal de l'effluent de la mine ne devrait pas constituer de problème.

Dans une certaine mesure, il est possible qu'une accumulation biologique se produise. Comme il a déjà été mentionné, les métaux se concentrent davantage dans le foie, les branchies et les tissus des nageoires des poissons, et beaucoup moins dans le muscle comestible. Bien que la bioaccumulation puisse se produire, il est possible que des concentrations de métaux dans l'ensemble du poisson diminuent avec l'augmentation du niveau trophique et cela, à cause de la bioaccumulation se produisant dans un organe spécifique et de la régulation métabolique de la plupart des organismes consommateurs (Hutchinson et al., 1976).

Des dispositions du plan de surveillance permettront de surveiller la concentration des polluants métalliques dans la chair des poissons pour des emplacements choisis. Des mesures d'atténuation seront mises sur pied si la concentration atteint des niveaux alarmants sous l'effet de la mine.

Durant les périodes de faible débit, l'eau contaminée ne sera composée que de l'écoulement souterrain vers la mine ouverte. Au besoin, il faudra stocker l'eau dans la mine en attendant des conditions d'écoulement favorables. Les mesures d'atténuation susmentionnées servent à protéger la qualité de l'eau du ruisseau Charlotte et de l'eau de drainage de la rivière Upsalquitch sud-est. Aucun effet résiduel n'est prévu.

6.1.2 Effets potentiels d'autres rejets de déchets liquides sur les ressources aquatiques

Les autres rejets liquides de l'installation incluront entre autres l'eau de drainage de surface du site d'enfouissement des gangues non sulfureuses. Celle-ci contiendra des matières en suspension et aura la capacité d'augmenter la charge de sédiments dans le ruisseau Charlotte.

6.1.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels

Les mesures d'atténuation comprennent les rigoles de dérivation (pour minimiser la quantité de l'écoulement en surface atteignant la mine) et un bassin de sédimentation (pour assurer l'enlèvement des matières en suspension avant la décharge de l'eau de drainage dans le ruisseau Charlotte). Aucun effet résiduel n'est prévu.

6.2 Explosion

L'utilisation des explosifs est largement répandue dans le domaine de l'exploitation minière. Comme l'indique la section 3.1, ce genre d'exploitation nécessite l'utilisation d'explosifs détonants. La fréquence des explosions ne dépassera probablement pas une par jour.

6.2.1 Effets potentiels sur les ressources aquatiques

L'utilisation trop fréquente d'explosifs dans les masses d'eau ou à proximité de celles-ci peut mettre la vie des poissons en danger. Les déflagrations engendrent la diffusion de grandes quantités d'énergie dans un temps relativement court. La pression générée par une déflagration produit une onde de choc qui se propage dans le milieu environnant (air, eau et terre) et qui diminue en fonction de la distance parcourue. Les explosions souterraines produisent des ondes de pression dans la terre qui se propagent comme des ondes sismiques ou des ondes superficielles. Il existe deux types d'ondes sismiques : les ondes de compression et les ondes transversales. Les ondes de compression ont des vitesses plus élevées et atteignent un point donné avant les ondes transversales. L'on s'inquiète du fait que les ondes sismiques de compression se propagent à partir de la terre dans les masses d'eau. Les ondes superficielles se produisent habituellement lorsqu'une onde de volume voyage à la surface et revient. Les ondes superficielles font vibrer le sol et nuisent à l'incubation des oeufs de poisson.

Les ondes de choc sous-marines résultant en changements soudains de la pression hydrostatique peuvent causer un traumatisme chez le poisson et entraîner sa mort. De puissantes ondes de choc résultant d'une explosion à proximité d'habitats de poissons peuvent causer de tels dommages. Les blessures subies par les poissons vont des ruptures d'organes internes à la perte d'écailles. Les blessures mortelles comprennent notamment la rupture de la vessie natatoire et la rupture et l'hémorragie conséquente du rein, du foie, de la rate, des gonades et du sinus veineux (Wright, 1982). Les autres blessures causées par des ondes de choc comprennent la séparation des côtes de la paroi corporelle, la déchirure du tissu adipeux et la rupture des vaisseaux sanguins situés dans la paroi corporelle (Wright, 1982). Le poisson meurt directement d'un traumatisme ou indirectement d'une perte d'équilibre. Il devient alors soit une proie facile pour les autres prédateurs, soit incapable de s'alimenter.

La sensibilité du poisson au changement de pression dépend de l'orientation du front d'ondes, de la forme du poisson, de sa taille et de la présence ou l'absence d'une vessie natatoire, (Wright 1982; Yelverton et al., 1975). La force du choc nécessaire pour entraîner la mort varie en fonction du poids du poisson. Ainsi, les petits poissons risquent davantage d'être blessés que les plus gros.

La vessie natatoire n'apparaît chez les larves de poisson que lorsque ceux-ci ont absorbé le sac vitellin et ont commencé à se métamorphoser. Ils sont par conséquent assez résistants aux changements de pression rapides (Bishai, 1961). Toutefois,

les oeufs et les embryons des salmonidés et d'autres poissons sont particulièrement sensibles aux chocs ou aux remous. La sensibilité du poisson est fonction des étapes de son développement (Smirnov, 1954; 1955). Les oeufs de poissons sont extrêmement sensibles aux chocs et aux vibrations jusqu'à ce qu'ils atteignent l'état oeillé. Les dommages causés aux oeufs et aux embryons en développement comprennent la déformation et la compression de la membrane, la déviation de la colonne vertébrale de l'embryon, le déplacement de l'embryon et la rupture de la membrane vitelline (Wright, 1982).

L'on a utilisé la modélisation d'impact des explosifs pour évaluer les effets probables de l'explosion sur les populations de poissons dans les cours d'eau adjacents au gisement de Restigouche. La distance minimale de recul à partir du cours d'eau, avec une charge de 20,9 kg enfouie dans la gangue, a été évaluée à environ 106 m pour un poisson pesant 100 g (1 % de mortalité). À partir de la modélisation, l'on peut prédire la distance létale théorique des charges enfouies, en supposant que le substrat soit homogène jusqu'à la berge. Si le substrat n'est pas homogène (présence de matériau meuble sur le soubassement), l'on s'attend à ce qu'une plus grande quantité d'énergie soit atténuée et que la distance létale soit ainsi inférieure à la valeur prévue (D. Wright, POC, Winnipeg, communication personnelle, 1989). L'on sait que le substrat situé le long du ruisseau Charlotte est hétérogène. Le soubassement est recouvert d'environ 1 m de morts-terrains, absorbant ainsi une partie de l'énergie émise par l'explosion et réduisant par conséquent la distance létale.

Le ministère de la Chasse et de la Pêche de l'Alaska est à concevoir des lignes directrices relatives aux explosions traitant de la distance de recul à partir de la berge d'un cours d'eau en vue de protéger les salmonidés. Le Ministère recommande que la distance de recul se situe entre 60 et 122 m lorsque le poids de la charge se situe entre 11 et 45 kg (D. Wright, POC, Winnipeg, communication personnelle, 1989).

6.2.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les ressources aquatiques

Il est possible de recourir à plusieurs mesures d'atténuation pour réduire les effets des charges enfouies. Les mesures suivantes sont considérées appropriées pour le projet de Restigouche (Munday et al., 1986).

1. La conception d'un plan d'explosion conçu en vue de minimiser la taille des charges et le nombre total des charges requises.

2. L'utilisation de capsules détonantes à temporisateurs intégrés afin de réduire la charge efficace par décalage.

3. L'encadrement de la charge la répartissant dans un trou de mine en une série d'explosifs.

4. L'utilisation d'explosifs non propagateurs.

5. L'utilisation de deux capsules pour détoner chaque charge pour s'assurer que la détonation a lieu comme prévu sans défaillance des capsules.

6. La surforation des trous pour assurer une fracture correcte du substrat.

7. L'utilisation de gravier ou de substrat semblable pour bourrer les trous, notamment remplir les trous jusqu'au niveau du substrat après la mise en place de la charge.

L'efficacité de ces mesures dépend de plusieurs caractéristiques spécifiques à un site. Il existe des divergences entre les effets prévus et ceux observés en conditions réelles sur place lorsque l'on fait sauter des charges d'explosifs à proximité des masses d'eau où les conditions du sol, la géométrie entre la source explosive et la masse d'eau et l'interface sol-eau agissent pour atténuer, réfléchir et réfracter les ondes de choc.

Un plan de surveillance sur place sera établi pour déterminer le mode de tir sécuritaire visant à protéger la vie aquatique. Il prévoit le déplacement de la population résidente de poissons à 100 m en aval et en amont du lieu de l'explosion initiale avec l'installation de barrages pour empêcher le retour prématuré des poissons. Plusieurs poissons seront déposés dans des cages adjacentes au site de l'explosion à des fins d'observation. Les barrages seront enlevés dès que des méthodes de tir compatibles auront

été conçues. Les installations de dérivation du bras nord du ruisseau Charlotte seront situées à un minimum de 60 m du périmètre ouest de la mine à ciel ouvert pour protéger la vie aquatique.

Une surveillance aura également lieu pour déterminer la présence de composés explosifs résiduels dans l'effluent. L'on surveillera les dépôts de nitrate (section 8.3) et s'ils excèdent les limites acceptables, l'eau sera traitée pour enlever toute présence de nitrate. Aucun effet résiduel n'est prévu.

6.2.2 Effets potentiels sur les matériaux adjacents à la mine

Les explosions de charges haute puissance qui ont lieu à la limite définitive du trou peuvent provoquer des fractures excessives des matériaux sulfureux situés à proximité de la paroi de la carrière. La perméabilité du roc risque de ce fait d'être modifiée, entraînant une infiltration accrue des eaux souterraines dans le trou et influant sur la qualité acidifiante des parois.

6.2.2.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur les matériaux adjacents à la mine

Lorsque la limite extérieure de la mine sera atteinte, il faudra modifier les techniques de tir pour empêcher la fracturation excessive du matériau au-delà de la paroi définitive de la mine. Cette technique du tir périmétrique signifie que l'emplacement de la charge sera modifié et que la force de la charge sera réduite. Il en résultera une paroi qui présente peu de fracturation, lui permetant de ne pas s'effriter.

La fracturation négligeable de la paroi définitive de la carrière n'augmentera pas la perméabilité du rocher et de ce fait, ne modifiera pas l'infiltration des eaux souterraines. Aucun effet résiduel n'est prévu.

6.3 Effets potentiels de la dérivation d'un cours d'eau sur le réseau d'eaux souterraines

L'exploitation minière prévue suppose la dérivation permanente du bras nord du ruisseau Charlotte dans le bras sud (figure 3-2). L'excavation doit commencer à quelque 20 m au nord du ruisseau à l'élévation 410, puis être prolongée vers le nord et approfondie à l'élévation 350 ou au besoin pour récupérer les sulfures massifs. En supposant que l'eau de surface soit réacheminée efficacement, l'eau peut alors s'introduire dans l'excavation de deux façons : sous forme de précipitation ou sous forme d'eau souterraine à travers le réseau de fractures du soubassement.

Les installations de dérivation pour le bras nord du ruisseau Charlotte seront situées à un minimum de 60 m du périmètre ouest du trou ouvert pour protéger la vie aquatique.

La précipitation moyenne annuelle dans la région s'élève à environ 1025 mm. Pour une mine recouvrant 5 ha, la précipitation annuelle peut donc s'élever à un peu plus de 50 000 m^3, soit un débit constant de 0,0016 m^3/s. Les précipitations annuelles

maximales et minimales (et par conséquent, cette composante de l'arrivée d'eau à la mine) sont évalués à environ 145 et 75 pour cent, respectivement, de la valeur moyenne susmentionnée.

L'écoulement souterrain dans l'excavation de la mine serait composé de l'eau alimentant le réseau d'eau souterraine situé au nord du ruisseau Charlotte et l'eau qui alimentera localement le soubassement au point de dérivation même du ruisseau lorsque le gradient hydraulique est inversé par l'assèchement des eaux de mine.

L'ampleur de la première composante "nord" est évaluée comme suit. En supposant que la zone d'alimentation directe potentielle située au nord mesure 70 ha et qu'il soit réaliste de prévoir un débit de 65 mm, l'infiltration résultante dans la mine serait d'environ 45 000 m^3/an, soit 0,0015 m^3/s. Les eaux souterraines s'infiltrant dans le réseau du soubassement au-delà de la zone d'influence de la mine s'écouleraient dans le ruisseau Charlotte, comme auparavant, rejoignant ainsi le réseau d'eaux superficielles avant d'atteindre le site minier.

Lorsque le niveau de l'eau dans la mine sera inférieur à celui du ruisseau, le ruisseau Charlotte, ou sa dérivation, fera fonction de source linéaire, alimentant le réseau souterrain et contribuant ainsi à la composante "sud" de l'entrée des eaux souterraines dans le trou ouvert. La vitesse de cet écoulement souterrain dépendra du gradient hydraulique et donc de la distance de la dérivation du ruisseau à partir du bord

de la mine. En ce qui concerne les distances de sécurité de 10, 50 et 100 m, l'apport prévu de la composante "sud" est de 0,03, 0,006 et 0,003 m^3/s, respectivement. Ces estimations reposent sur une conductivité hydraulique moyenne du soubassement de 1,5 x 10^{-4} cm/s. La conductivité hydraulique réelle moyenne peut s'avérer inférieure à cette valeur faisant en sorte que les estimations d'apport sont élevées. Néanmoins, l'eau qui s'infiltrera dans l'excavation proviendra en grande partie des eaux souterraines entrant du côté sud. De la quantité totale de ces eaux, environ le quart (0,0015 m^3/s lorsque la distance de sécurité est de 50 m) proviendra du ruisseau même. Les vitesses moyennes d'écoulement d'été, de printemps et de l'écoulement annuel du ruisseau Charlotte sont évaluées à 0,05, 0,5 et 0,1 m^3/s, respectivement (section 4.2.1).

L'assèchement provoquera l'écoulement des eaux souterraines dans l'excavation. Cette eau sera pompée et traitée. Ainsi, les eaux situées en deçà des rocs adjacents ne seront pas polluées.

6.3.1 Atténuation proposée et effets résiduels

Bien que, en théorie, cela ne soit pas nécessaire, le canal de dérivation sera recouvert d'un matériau à faible perméabilité de façon à réduire les possibilités d'assèchement par infiltration de l'eau dans la carrière lors des conditions de faible débit. L'écoulement dans la mine à ciel ouvert sera traité avant la décharge. On ne s'attend à aucun effet résiduel sur les ressources d'eaux souterraines.

6.4 Transport du minerai par camion

Le minerai extrait de la mine à ciel ouvert sera chargé dans des camions tout-terrain à charge maximale de 35 t pour être transporté à la halde de minerais située à l'extrémité nord du site minier. Le minerai sera ensuite chargé de la halde dans des remorques routières à charge maximale de 25 t pour être transporté à l'usine extérieure.

Un parc de quatre camions sera nécessaire pour le transport du minerai, l'un d'entre eux servant de camion de rechange. L'exploitation du parc se fera à raison de trois quarts de travail de 8 heures par jour. En supposant que la quantité de 750 t est exploitée chaque jour et que la capacité maximale utile des camions de 25 t se situe à 21 t, on compte 36 déplacements de camion par jour ou 12 déplacements pour un quart de 8 heures.

6.4.1 Déversements en cours de transport

Des accidents durant le cammionage du minerai peuvent entraîner le déversement du minerai sur les routes, les terres adjacentes ou dans les cours d'eau. Les accidents peuvent présenter des risques à l'environnement aquatique si le minerai est dans un état acidifiant et que des mesures de nettoyage ne sont pas appliquées.

6.4.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels

Dans de telles situations, la police locale, le ministère des Transports et le ministère de l'Environnement seront immédiatement avisés. Des mesures de nettoyage seront immédiatement entreprises par le personnel de chantier de Marshall. Si le minerai

a tendance à s'oxyder immédiatement après excavation, de la chaux sera rajoutée sur les lieux pour arrêter l'amorce du processus de production d'acides. Ceci éliminera le potentiel de dangers pour l'environnement pendant le camionnage. L'élimination des déversements dans les cours d'eau sera suivi du rétablissement de tout habitat endommagé pour répondre aux exigences du MRNE.

6.5 Arrêt de l'exploitation

6.5.1 Défaillance des systèmes

La défaillance des systèmes de régulation peut se produire à la suite d'un événement ou d'une combinaison d'entre eux, notamment :

1. excès de précipitation d'orage ou d'écoulement supérieur aux prévisions;

2. rupture ou débordement des fossés et des étangs de contrôle divers;

3. manoeuvre accidentelle ou incorrecte par les opérateurs au site minier entraînant un déversement d'eau non traitée ou traitée de façon inadéquate;

4. défaillance d'une ou de plusieurs pièces d'équipement de traitement mécanique résultant en un débordement du réseau, et

5. inondation ou déversement accidentel de réactifs et d'autres matériaux utilisés dans l'exploitation minière, notamment explosifs, lubrifiants et combustibles.

6.5.1.1 Atténuation proposée et effets résiduels sur le milieu terrestre

Selon les premières sections, l'exploitation est conçue pour faire en sorte que les déversements et les débordements du système de régulation pour les drainages des effluents acides entrent dans la mine à ciel ouvert (articles 1, 2, 3 et 4). Les déversements des autres matériaux solides et liquides (article 5) au chantier seraient immédiatement confinés pour assurer des effets minimes sur l'environnement. La défaillance des systèmes de régulation aurait des effets limités sur le milieu terrestre.

6.5.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels sur l'environnement aquatique

Le système de régulation des eaux de drainage sera conçu afin de s'assurer que toute inondation ou tout déversement se fera dans la mine à ciel ouvert. La défaillance des systèmes de régulation du drainage des effluents acides n'aura pas d'effet direct sur l'environnement aquatique.

On considérera qu'il y aura eu défaillance des systèmes de régulation lorsque le niveau de qualité de l'eau traitée ne satisfera pas aux objectifs définis au tableau 6-4. Ces limites doivent assurer que la qualité de l'eau dans le ruisseau Charlotte reste

adéquate pour protéger l'habitat aquatique durant les périodes de faible débit. Les méthodes d'atténuation qui assurent une qualité adéquate incluent un système de traitement conçu et mis en oeuvre pour satisfaire à ces limites et la surveillance de l'effluent pour assurer une qualité acceptable. Une surveillance continue de l'effluent doit être effectuée pour déterminer si des mesures supplémentaires sont nécessaires. Les mesures d'atténuation incluent les décharges automatiquement arrêtées ou dérivées vers la mine à ciel ouvert si des conditions "imprévues" se produisent.

6.5.2 Perte du support de traitment

Deux situations doivent être prises en compte lors d'une perte du support de traitement. Ce dernier peut être perdu pour un bon nombre de raisons produisant ainsi une interruption temporaire (notamment grève au moulin, défaillance de l'équipement de traitment, etc.). L'autre possibilité est la perte permanente du support de traitement.

Marshall répondrait à l'interruption en fonction de la situation particulière. Si l'interruption doit être temporaire, l'exploitation se poursuivrait normalement jusqu'à ce que les aires d'entreposage du minerai à l'usine de traitement et au site minier soient remplis. Ensuite, le déplacement du minerai cesserait et le système de traitement serait maintenu. Lorsque le support de traitment serait remis en oeuvre, le déplacement du minerai reprendrait également.

Si la perte du support de traitement doit être permanente, Marshall envisagerait plusieurs options et aviserait ou consulterait la province. Si le support de traitment ne pourrait être remplacé, le plan de remise en valeur serait appliqué.

6.6 Effets socio-économiques

6.6.1 Possibilités d'emploi

Au total, 55 personnes seront directement affectées à l'exploitation et au transport du minerai de Restigouche vers l'usine extérieure. Au gisement de Caribou, par exemple, l'équipe entière de 39 personnes sera nécessaire à l'exploitation du minerai, mais uniquement environ 30 % de son temps sera consacré au minerai de Restigouche. Ainsi, l'équivalent de 12 personnes seront employées à temps plein au gisement de Restigouche. L'effectif total pour l'exploitation du gisement de Restigouche sera donc de 67 personnes.

Pour des opérations d'extraction et de traitement telle que celles proposées à Restigouche, il existe un "effet multiplificateur" sur la main-d'oeuvre locale et régionale. Ceci reflète l'impact du projet sur le gagne-pain des fournisseurs externes et des personnes de métier. L'expérience dans le domaine (C. Smith, East West Minerals Ltd., communication personnelle, 1989) révèle un facteur multiplicateur de l'orde de 3 à 5. Dans le présent rapport, le facteur de 4 a été retenu. Au total, 268 employés, fournisseurs et personnes de métier pourront donc retirer un profit économique d'une mine à Restigouche.

La durée de vie de la présente réserve connue de minerai exploitable à ciel ouvert est d'environ 4 ans. L'emploi direct résultant de l'exploitation de Restigouche sera d'environ 268 personnes par an. Les bénéfices économiques qui en dérivent donc devraient toucher environ 1 072 personnes-années.

6.6.2 Dépenses relatives à l'exploitation et à l'entretien

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, Marshall a détaillé et perfectionné ses estimations concernant les dépenses relatives à l'exploitation et à l'entretien. Les coûts d'exploitation à Restigouche, fondés sur le présent travail préliminaire, sont estimés à environ 27,50 $/t (section 3.5.2). Selon les chiffres provenant de l'exploitation de Caribou, Marshall estime que le coût direct de l'extraction du minerai sera de l'ordre de 11 $/t sans compter les coûts fixes. Le coût total pour l'extraction, le transport et le traitement du minerai de Restigouche serait de 38,50 $/t.

Les dépenses annuelles relatives à l'exploitation et à l'entretien pour la marge de production du minerai de 700-1050 t/j se situera entre 9,24 et 13,86 millions de dollars. Si un million de tonnes sont extraites au cours de l'exploitation, les dépenses relatives à l'exploitation et à l'entretien seront de l'ordre de 38,5 millions de dollars.

6.6.3 Effets économiques

La majeure partie des dépenses engagées dans l'exploitation et l'entretien lors de l'extraction du minerai de Restigouche demeureront dans l'économie locale et provinciale. Les coûts directs de la main-d'oeuvre constituent la plus grande proportion de

ces dépenses. La province pourra bénéficier de la taxe de vente et de l'impôt sur le revenu payés pour la main-d'oeuvre et les matériaux ainsi que les redevances, l'impôt sur l'exploitation et sur le revenu prélevés lors de l'exploitation.

Aux fins d'une évaluation préliminaire, l'on estime que plus de 50 % des dépenses relatives à l'exploitation et à l'entretien sont directement liées aux coûts de la main-d'oeuvre (Kilpatrick, Micon, communication personnelle, 1989). Selon la section précédente, le salaire annuel attribuable à l'extraction et au traitement du minerai de Restigouche se situe entre 4,62 et 6,93 millions de dollars. Pour la durée de l'exploitation, la totalité des salaires sera de l'ordre de 19,25 millions de dollars. Pour un taux total d'impôt sur le revenu de 25 %, le revenu direct de la province relié à l'exploitation de Restigouche se situerait entre 1,16 et 1,73 millions de dollars par année. Pour la durée totale du projet, la somme totale serait de l'ordre de 4,8 millions de dollars.

L'on estime qu'une somme totale d'environ 10,2 millions de dollars sera dépensée à l'achat d'articles essentiels pour la durée de l'exploitation. Sur cette somme, environ 9,4 millions seront dépensés avant la fin de l'année 1990. Même s'il n'est pas encore possible de déterminer précisément l'impact local, Marshall s'attend à ce qu'une partie substantielle de ces dépenses soit faite au Nouveau-Brunswick.

Si l'on se fie au prix du métal de juillet 1989, mais selon la sélection finale des options de traitement et l'examen détaillé des règlements sur l'impôt, l'impôt sur

l'extraction et sur le revenu ainsi que la redevance perçue directement par le Nouveau-Brunswick sur l'exploitation de Restigouche se situeraient entre 1,35 et 2,03 millions de dollars par année. Pour la durée du projet, la somme totale serait de l'ordre de 5,4 millions de dollars.

L'impôt sur le revenu de l'employé, l'impôt sur les revenus d'exploitation du projet, l'impôt sur l'extraction et les redevances génèreraient à la province du Nouveau-Brunswick des revenus directs totaux de l'ordre de 2,51 à 3,75 millions de dollars par année pour le projet de Restigouche. Pour la durée du projet, la somme totale serait d'environ 10,2 millions de dollars.

6.7 Effets cumulatifs

Le bassin hydrographique d'Upsalquitch a subi relativement peu de développement industriel. L'industrie principale est l'exploitation forestière (G. Godin, MRNE, communication personnelle, 1990). La New Brunswick International Paper Company (NBIP) a acquis des baux de 25 ans sur les terres de l'état du bassin hydrographique pour l'abattage. La région de l'extraction n'est pas exploitée à l'heure actuelle. Les plans d'abattage ont été développés pour la période de 1992-1997, toutefois, comprenant la région de Mount Brittain autour du ruisseau Charlotte et le site minier (figure 4-1). Le dépouillement des terres, la construction de routes forestières et le transport du matériel sont des activités susceptibles d'affecter le bassin hydrographique d'Upsalquitch.

L'abattage et la construction de routes peuvent entraîner une augmentation de la sédimentation dans le ruisseau Charlotte en raison d'une augmentation de l'écoulement en surface et de la charge de sédiments, d'une stabilisation réduite de la rive et d'une vitesse réduite de l'eau causée par l'accumulation des débris dans le cours d'eau. L'augmentation de la sédimentation dans le cours d'eau peut nuire à la faune et l'habitat aquatique puisqu'elle peut endommager les branchies et couvrir l'habitat existant de sédiments fins. L'habitat aquatique peut en outre être endommagé par une diminution de la végétation sur les rives à la suite de l'abattage, ce qui peut réduire la couverture existante, augmenter la température de l'eau et réduire la quantité d'invertébrés servant de nourriture pour le poisson.

Les impacts sur le ruisseau Charlotte à la suite de l'abattage prévu peuvent être limités en laissant une zone tampon de végétation de 15 m le long de sa rive. La construction adéquate de ponts, la pose de ponceaux et la stabilisation de la rive au bord de la route peuvent réduire les effets néfastes sur le cours d'eau. L'accumulation d'entailles et de débris au-delà des rives du cours d'eau et le fait de ne pas faire fonctionner la machinerie lourde aux alentours du cours d'eau ou dans ce dernier peuvent contribuer davantage à éliminer les impacts néfastes sur l'habitat aquatique.

L'écoulement du site minier proposé sera contrôlé et traité. Les activités de construction aux alentours des cours d'eau et à l'intérieur de ceux-ci respecteront les

procédures approuvées. Ainsi, en respectant les méthodes d'exploitation adéquates et approuvées, aucun effet cumulatif sur l'environnement aquatique n'est prévu lors des opérations d'extraction et d'abattage.

Les peuplements résineux aux alentours et à l'intérieur du site minier qui sont censés être abattus ne font pas partie des peuplements utilisés par les cerfs de la région comme zone d'hivernage. Ces peuplements résineux sont à l'heure actuelle entourés principalement par des peuplements dominés de feuillus intolérants. L'on prévoit que l'élimination du peuplement résineux favorisera la pousse de feuillus et augmentera ainsi à court terme la disponibilité de nourriture pour les cerfs après l'abattage. Ceci pourrait fournir du bon fourrage aux cerfs leur permettant ainsi d'amorcer l'hiver en bonne condition physique. Les zones d'abattage à proximité du ravage de cerfs pourraient aussi servir d'aire d'allimentation pendant l'hiver.

L'accroissement des zones forestières ouvertes dû à l'abattage augmentera probablement la visibilité des cerfs et fournira des voies d'accès supplémentaires aux chasseurs vers des zones adjacentes. Ceci favorisera la chasse au cerf dans la région.

La circulation accrue dans la région découlant des opérations d'extraction et d'abattage peut augmenter les risques de collision entre véhicules et cerfs durant certaines périodes. On ne prévoit pas une augmentation susceptible de nuire à la population.

Les activités d'extraction et d'abattage sont bruyantes et l'élimination du couvert forestier autour de la mine augmentera la portée du bruit. Cependant, à cause du relief environnant, de la période durant laquelle l'abattage se produira et du modèle d'abattage proposé, le bruit causé par les activités autour de la mine ne sont pas censées avoir d'effets néfastes sur les cerfs ravageant dans cette région.

La seule autre activité industrielle en deçà des limites du bassin hydrographique est la mine du ruisseau Murray appartenant à Nova Gold Ressources Inc. et exploité par ces derniers. La mine est située à l'intérieur du bassin hydrographique de la rivière Upsalquitch sud-est, et est exploitée depuis le milieu de l'année 1989. L'usine d'exploitation et de traitement utilise un procédé d'extraction de l'or par cyanuration en maille fermée qui ne consomme pas d'eau. Les réactifs d'extraction, notamment cyanure et mercure, sont récupérés d'un bout à l'autre du système et ré-utilisés dans les autres processus d'extraction d'or. Le processus de récupération de cyanure, par exemple, récupère 98 % du cyanure utilisé (P. Pheeney, Sub Surface Surveys, communication personnelle, 1990). Grâce à la nature du processus d'extraction d'or, aucun effluent de mine n'a été relâché dans l'environnement aquatique. L'on prévoit des effluents potentiels futurs, pouvant contenir des matières en suspension, qui seront traités avant leur décharge (P. Pheeney, Sub Surface Surveys, communication personnelle, 1990). Donc, l'on ne prévoit aucun effet cumulatif causé par l'exploitation des deux usines d'extraction.

Comme indiqué ci-dessus, les deux opérations d'exploitation et celle d'abattage sont les activités du bassin hydrographique d'Upsalquitch pouvant potentiellement affecter le système. L'on s'attend à ce que les impacts cumulatifs sur l'environnement aquatique et les populations de faune locales soient minimes.

7.0 ÉVALUATION POST-EXPLOITATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

La présente section du rapport évalue l'effet de la fermeture de la mine sur les environnements biophysique et socio-économique. Les préoccupations environnementales incluent l'efficacité des mesures de remise en valeur et les effets socio-économiques reliés à la fermeture de la mine.

7.1 Remise en valeur

Les mesures de remise en valeur proposées (section 3.4) sont planifiées pour permettre l'abandon définitif du site sans obligations supplémentaires de la part de Marshall ou de la province. Lorsque la carrière sera remise en valeur et inondée, les eaux souterraines et de surface poursuivront leur écoulement dans la carrière et dans le ruisseau Charlotte.

7.1.1 Mesures de remise en valeur

L'écoulement en surface comprend les décharges des régions resemées et reboisées. La gangue contenant du sulfure et les boues déminéralisées provenant du processus de traitement seront placées au fond de la carrière à ciel ouvert et recouvertes de morts-terrains afin de contrôler la diffusion de l'oxygène. Par la suite, la carrière sera inondée. Les sulfures des parois de la carrière qui seront situés au-dessus de l'eau seront nivelés puis recouverts d'un matériau à faible perméabilité, pour être éventuellement resemés et reboisés.

7.1.1.1 Saturation des sulfures

Les estimations des taux de production acide des sulfures saturés indiquent que dans des conditions de faible débit, une proportion d'acidité (en $CaCO_3$) inférieure à 2 mg se produira par litre d'eau s'écoulant de la carrière au ruisseau Charlotte. Cette quantité négligeable d'acidité (équivalente à une augmentation de sulfate dans l'eau inférieure à 2 mg/L) sera sans effet sur l'eau de la carrière ou sur celle présente dans le ruisseau Charlotte. Les estimations se fondent sur l'étendue des sulfures saturés et emprisonnés, sur le type de couvercle (inondé ou emprisonné sous une couche d'argile), sur la présence d'une barrière de diffusion au transport de l'oxygène de l'air, sur des valeurs de coefficients de diffusion, sur des perméabilités et sur une existence présumée de conditions de faible débit prêtes à contrer les situations les plus graves.

La qualité des eaux souterraines et de surface est très bonne. Ses valeurs de pH dépassent 7 et elle présente une alcaninité relativement élevée (une mesure du pouvoir tampon de l'eau par rapport aux modifications du pH; voir les sections 3.2.1, 4.1.4.3 et 4.2.1.1). Le pouvoir tampon des eaux souterraines et de surface n'a pas été inclus, pour demeurer conservateur, lorsque l'on a estimé les taux de production d'acides. La quantité négligeable d'acidité produite (2 mg/L en $CaCO_3$) par la gangue à la suite de la remise en valeur sera compensée par l'affluent de l'eau alcaline.

Les résultats des estimations de la propagation d'acide sont compatibles avec les observations effectuées sur d'autres dépôts de sulfure correctement saturés ne montrant

pratiquement aucune production d'acidité (Monenco Ltd., 1984). L'efficacité de l'enfouissement sous l'eau des résidus de métaux de base à teneur élevée en soufre a été déterminée lors d'une étude qui a eu cours dans la région de résidus associée avec la Mandy Mine de Flin Flon (Manitoba). Après une période de 32 années passée sous l'eau, le matériau à teneur élevée en fer (17 %) et en soufre (15-17 %) ne présentait que très peu d'oxydation. Sans avoir engagé de dépenses relativement à la maintenance ou à la restauration du site, la qualité de l'eau est bonne et la faune aquatique et entomologique a réintégré la région des résidus. La végétation a repris ses droits et elle a produit une couche de matière organique à la surface des résidus (Hamilton and Fraser, 1978).

La firme Cominco a exploité une mine à Benson Lake sur l'Île de Vancouver de 1963 jusqu'à sa fermeture en 1973. Environ 2,1 millions de tonnes de résidus contenant de la pyrrhotite (4 %), de la pyrite (0,5 %) et du cuivre (0,1 %) ont été déposés dans le lac. Vers la fin des années 1973, une étude conduite par Environnement Canada a révélé qu'aucune oxydation importante ne s'était produite dans les résidus. Il s'est avéré que les conditions prévalant dans le lac étaient satisfaisantes pour soutenir la forme de vie aquatique. L'étude a également permis de conclure que les métaux lourds découverts dans les solides de résidus étaient essentiellement fixes et qu'ils n'étaient pas assimilés dans la chaîne alimentaire biologique. Par opposition, d'autres résidus déposés sur la surface près du site minier, laissaient voir une oxydation des minéraux sulfurés et une "acidité extrême".

À la Bluebell Mine en Colombie-Britannique, environ 1,5 million de tonnes de résidus de sulfure producteur d'acide (titré à près de 0,4 % de plomb, 0,5 % de zinc et 24 % de fer) ont été déposés dans le lac Kootenay entre 1952 et 1971. Auparavant, (entre 1908 et 1921), environ 500 000 t de résidus provenant d'un bac à pistonnage (titrés à près de 1,5 % de plomb, 5 % de zinc et 33 % de fer) ont été déposés dans le lac. Des essais métallurgiques récents effectués sur des échantillons de résidus riches en zinc n'indiquent aucune présence d'oxydation. Ces essais corroborent donc le fait que l'inondation de résidus riches en sulfure a créé une barrière efficace contre la vitesse de transport de l'oxygène à l'intérieur des résidus (État de l'Ohio, 1971).

Jusqu'à présent au Canada, toutes les études qui ont été effectuées sur les réservoirs de retenue sous l'eau avaient trait aux résidus à production élevée d'acides. Les résidus consistent en solides fins formés de roche hôte, de sulfures ferreux (la pyrite, l'arsénopyrite, la pyrrhotite, etc.) et montrent des traces d'autres sulfures de métal de base. Le pourcentage de pyrite et d'autres sulfures contenus dans les résidus peut être faible ou il peut être supérieur à 70 % (Monenco Ltd., 1984). Le roc de l'éponte inférieure qui doit être enfoui dans la carrière de Restigouche après sa fermeture contient un pourcentage de sulfures de l'ordre de 10 %. La qualité acidifiante de cette gangue est considérablement inférieure à celle des résidus.

7.1.1.2 Sulfures exposés dans la paroi de la carrière

La paroi est de la carrière sera inclinée pour permettre l'établissement d'un couvert stable. La remise en valeur standard des parois de carrières et tas d'entreposage ont été prévus par deux provinces et l'on croit qu'ils sont essentiels à tout abandon de mine (British Columbia Ministry of Energy, Mines et Petroleum Resources, 1979 and Alberta Land Conservation and Reclamation Council, 1977). Les étapes recommandées sont prévues pour :

(i) stabiliser les pentes érodables;

(ii) minimiser la poussière;

(iii) maximiser la valeur esthétique;

(iv) maximiser l'évapotranspiration afin de minimiser l'écoulement;

(v) faciliter la production végétale et

(vi) réduire l'oxydation afin de diminuer le drainage des effluents acides de la mine (Williams, 1975).

Lorsqu'il s'agit de faciliter la remise en valeur lors de la préparation du site minier, le processus varie grandement du déplacement important de terre et d'aménagement (remblayage, cultivation en terrasses et profilage) jusqu'à la préparation du lit de semences (défonçage, aménagement, labourage et hersage), chacun ayant un but spécifique.

Les préparations courantes des sites incluent :

(i) le profilage des pentes des sites remblayés;

(ii) l'enterrement ou l'élimination de tous les inhibiteurs physiques à la croissance des plantes;

(iii) le recouvrement des régions perturbées stériles avec des matériaux meubles, de la terre de sous-sol ou des morts-terrains emmagasinés auparavant. Des tas de terre et de morts-terrains sont accessibles;

(iv) le défoncement de la surface peut être nécessaire en raison du tassement provoqué par la grosse machinerie utilisée pour procéder au remblayage et au profilage. Le défoncement brise la surface et permet aux racines et à l'eau de pénétrer dans le sol, il réduit également l'écoulement et contribue à l'intégration des terrains de recouvrement ou de sous-sol aux résidus sous-jacents tout en empêchant ou en réduisant le glissement et l'érosion;

(v) le nivellement des régions recouvertes visant à empêcher l'écoulement excessif et l'érosion (Hubbard and Bell, 1977), et

(vi) la préparation du lit de semences, y compris le labourage, le déchaumage et le hersage.

La formation d'une pente stable est primordiale à la remise en valeur. Au cours des années passées, les programmes de remise en valeur des mines de charbon de la région de Minto-Chipman (Nouveau-Brunswick) ont connu un succès mitigé. La région

était peu nivelée et on y rencontrait encore des pentes escarpées (pouvant atteindre 84 %), ce qui entraînait un glissement de terrain important ainsi qu'une perte de régions plantées (Montreal Engineering Company Ltd., 1978).

En Colombie-Britannique, il est précisé dans les lignes directrices de remise en valeur des mines de charbon, que les surfaces des décharges de résidus doivent être talutées de nouveau en un angle de 26°. En 1977, Fording Coal Ltd a entrepris des essais afin d'étudier les techniques de talutage optimales à utiliser dans la remise en valeur des décharges de résidus. L'objectif de l'étude de pente était de démontrer que des angles plus escarpés pourraient être récupérés avec davantage de succès, les avantages en découlant étant une réduction du déplacement de matériau ainsi que de la superficie, ce qui a pour conséquence d'amoindrir les coûts (Berdusco and Popowich, 1979). Des études supplémentaires ont été effectuées afin de comparer la croissance de la végétation sur la gangue nue lorsque le rocher est recouvert de moraine. Des enquêtes menées plus tôt dans la région de Crowsnest Pass ont indiqué que l'angle biologique de la pente naturelle de tassement se situe entre 25° et 30°, ce qui est 7° à 12° de moins que l'angle physique de la pente naturelle de tassement (Harrison, 1974). À des élévations de 1700 m, Fording a taluté de nouveau des décharges de résidus présentant une pente de 37°, en respectant un angle compris entre 24°et 34° ayant divers aspects. Des couches de moraine calcaire de 15 à 30 cm d'épaisseur ont été placées sur des portions de résidus en angles de 26°, 28° et 30°. Par la suite, elles ont été ensemencées de façon hydraulique d'un mélange d'herbe et de légumineuses.

Les résultats préliminaires ont indiqué que sur le plan pratique, les décharges de résidus peuvent être travaillées entre 28° et 30°, mais que les pentes de 30° à 34° ont subi une poussée recoupée avec une productivité réduite ainsi que des marques profondes de piste. Sur des pentes en angle de 32° à 34°, des fissures circulaires sont apparues sur des superficies isolées de matériaux mouillés à grain fin. La moraine s'est érodée facilement et de grandes quantités de grains fins se sont agglomérés à la base des pentes de 26°, 28° et 30° (Marshall, 1983).

7.1.2 Atténuation proposée et effets résiduels

Comme il a été mentionné auparavant, des études ont démontré que l'oxydation des résidus riches en sulfures est minime lorsque ces derniers sont rejetés dans des réservoirs de retenue sous l'eau. Par conséquent, Marshall suggère de transférer toute la gangue contenant du sulfure ainsi que les boues de fer et de gypse emmagasinées au fond de la carrière à ciel ouvert. Le roc et la boue producteurs potentiels d'acide seront étendus uniformément au fond de la carrière, puis recouverts de morts-terrains à faible perméabilité afin de créer, lorsqu'ils sont inondés, une barrière de diffusion entre le résidu d'exploitation et l'eau d'exhaure. Cette barrière supplémentaire éliminera finalement la production d'acides dans la gangue sulfureuse. Le recouvrement du rocher contenant du sulfure situé au-dessus du niveau de l'eau éliminera de façon efficace la production d'acides de ces sources. Le plan de remise en valeur a été élaboré afin de s'assurer que le site peut être abandonné sans qu'il faille poursuivre le captage et le traitement des eaux de drainage résiduelles.

Les boues riches en gypse pourraient éventuellement libérer des métaux pouvant diminuer la qualité de l'eau dans la carrière inondée. Si les tests effectués sur la boue confirment cette éventualité, les métaux seront enlevés de cette dernière avant que l'on ne procède à la mise au rebut (section 3.2.3).

Ainsi qu'il a été mentionné à la section 3.4, le site remis en valeur comprendra une décharge de gangue profilée et revégétalisée ainsi qu'une carrière inondée. Ces particularités ne diminueraient pas de façon significative l'esthétique de cette région relativement éloignée du Nouveau-Brunswick.

Si les sulfures exposés demeurent à l'intérieur de la paroi est de la carrière, les étapes suivantes de remise en valeur permettront d'assurer la stabilité à long terme de la pente.

(i) La paroi de la carrière sera inclinée à 2.5:1 (environ 22°) pour assurer la stabilité de la couverture.

(ii) La paroi de la carrière sera creusée d'un mètre supplémentaire sous le niveau d'inondation de la carrière de 410 m. La ligne de rivage sera enrochée (en utilisant de la gangue qui ne produit pas d'acides) pour servir de protection contre l'érosion due à l'action des vagues.

(iii) La terre et la moraine emmagasinées sur place seront utilisées pour couvrir la paroi de la carrière. Une couverture d'une épaisseur de 30 cm à 45 cm est recommandée afin d'assurer un meilleur taux de survie de l'existence végétale. Une couche de gravier sera placée entre les matériaux de sulfure et les morts-terrains, afin d'interrompre l'écoulement capillaire et d'empêcher la pollution par l'acidité des morts-terrains.

(iv) Lorsque cela est possible, l'équipement se déplacera à travers la pente afin de réduire les rigoles et les chenaux que provoquent les précipitations, jusqu'à ce que la végétation soit suffisamment établie pour empêcher l'érosion.

(v) Après la préparation de la pente, on procèdera à l'ensemencement hydraulique avec une combinaison d'engrais, de paillis et de graines d'herbe. Le paillis procurera de l'ombre et il réduira la perte d'humidité, augmentant par le fait même, le taux de survie des jeunes plants.

En fonction des estimations actuelles relatives aux précipitations annuelles et à l'apport des eaux souterraines, il faudra compter sur une période de deux ans pour inonder la carrière de façon naturelle. Toutefois, il est préférable d'inonder la carrière le plus rapidement possible afin de réduire le potentiel d'oxydation de matériaux contenant du sulfure. Cette façon de procéder permet également de réduire la propagation d'acides et d'empêcher l'érosion de la couche de diffusion. Il est possible d'accélérer l'inondation

en faisant dériver l'eau du ruisseau Charlotte dans la carrière. Un batardeau sera mis en place dans le ruisseau en amont du site et il fera dériver les débits supérieurs à 25 % du débit annuel moyen de l'écoulement, vers la carrière. Une fois l'inondation terminée, le débit du ruisseau Charlotte sera arrêté et la qualité de l'eau de la carrière sera surveillée dans le but de déterminer lorsqu'elle sera stabilisée à un niveau acceptable. Les détails du plan conceptuel seront fournis dans le plan de remise en valeur parachevé. Les organismes de pouvoir réglementaire touchés en tiendront compte.

Le niveau d'eau de la carrière se stabilisera au niveau du ruisseau Charlotte. La décharge des eaux souterraines vers la région perturbée ainsi qu'au ruisseau Charlotte se poursuivra indéfiniment. Bien que les concentrations d'oxygène dissous des eaux souterraines n'aient pas été déterminées pour le site, il est plausible que ces niveaux soient bien inférieurs à ceux qui existeront dans l'eau stagnante de la carrière inondée. Ces concentrations ne sont donc pas sensées être une source d'oxygénation pour les matériaux contenant du sulfure. Le volume annuel de la décharge des eaux souterraines qui se produit par l'entremise de la zone perturbée est probablement inférieur à 1 % du débit moyen global du ruisseau Charlotte et peut-être 5 % pendant les périodes de faible débit.

L'accès à la carrière inondée se fera par les côtés sud et est. La sécurité de l'extrémité nord peut devenir un sujet d'inquiétude. Le sommet de la carrière sera modifié afin de s'assurer que l'approche de la paroi élevé soit clairement visible. Des indications convenables seront également postées.

Les installations de captage et de traitement des drainages acides demeureront en service ou sur une base de réserve pendant une période de surveillance de trois ans pour faire en sorte que le site puisse être abandonné. Marshall a confirmé qu'ils accepteront la pleine responsabilité de la remise en valeur, du programme ultérieur de surveillance, de la maintenance du réseau de traitement, ainsi que de convaincre les organismes de réglementation que le site peut être définitivement abandonné.

7.1.3 Programme de gestion des pêches proposé

Marshall reconnaît que la carrière abandonnée ouvrira des portes à la gestion des pêches et il veillera à ce que l'étang puisse soutenir la vie aquatique lors de l'abandon. Par le passé, au Nouveau-Brunswick, des pêches récréatives ont été établies avec succès dans des étangs d'excavation à ciel ouvert abandonnés. Par exemple, des étangs d'excavation à ciel ouvert de la région de Minto, qui dans de nombreux cas sont de même profondeur que la carrière susmentionnée, possèdent une eau d'une qualité excellente à l'année longue à cause de l'absence totale de matière organique, consommatrice d'oxygène, des régions benthiques (W. Hooper, MRNE, communication personnelle, 1989).

L'on s'attend à ce que la qualité de l'eau de la carrière inondée (étang) à Restigouche soit très bonne puisque sa composition chimique sera semblable à celle de la branche nord du ruisseau Charlotte. Une absence de matières organiques dans l'étang évitera de réduire les niveaux d'oxygène dissous. La qualité de l'eau dans le ruisseau

Charlotte est très bonne avec une alcalinité d'environ 34-39 mg/L. La productivité naturelle de l'étang sera probablement limitée à cause de sa grande profondeur (25 m), de l'absence de littoral ainsi que d'une petite surface (environ 5 ha).

Une approximation de la production potentielle de poisson de sport a été faite à l'aide de l'indice morphoédaphique (IME) de Ryder (1965). L'on a supposé une profondeur moyenne de 75 pi (la profondeur maximale sera de 25 m et le fond sera pratiquement plat). Un niveau de matières totales dissoutes (MTD) de 55 ppm a été estimé en transformant les mesures d'alcalinité du ruisseau Charlotte immédiatement en aval du confluent des branches nord et sud grâce au calcul de Ayer (MRNE, communication personnelle, 1989). L'indice morphoédaphique calculé (MTD/profondeur moyenne) est de 0,73. La production piscicole potentielle a été estimée ($Y = 2^{*}$ racine carrée IME) à 1,8 lb par acre ou environ 10 kg (22 lb). Il n'y aura pas d'espèce compétitive dans l'étang. Conséquemment, la valeur de production calculée représente l'estimation de la production annuelle de poisson de sport de l'étang.

L'estimation de la production représente 44 truites mouchetées de taille convenable (230 g; 1/2 lb chacune). Cela représente environ 20 jours de pêche. Par conséquent, une gestion de pêches à grands frais n'est pas garantie. La région est trop éloignée pour justifier le stockage de truites mouchetées pour une pêche sous glace. Une population auto-suffisante de truites mouchetées sauvages n'existera que si l'étang est relié au ruisseau Charlotte, parce que l'habitat de fraye pour les truites dans l'étang sera

adéquat. Il est peu probable qu'une frayère de truites mouchetées puisse être établie avec succès dans l'étang, des eaux peu profondes, du gravier de grosseur convenable et une résurgence d'eau souterraine étant nécessaires (Witzel & McCrimmon, 1983). Normalement, les truites mouchetées dépendent beaucoup de la production de la région littorale (Speirs, 1974), laquelle sera quasi-inexistante à l'intérieur de la masse d'eau proposée. Toutefois, les truites mèneront une existence pélagique (en eau libre, loin du fond du lac), en présence d'un poisson-proie adéquat.

La démarche recommandée consiste à stocker des éperlans arc-en-ciel pendant que la carrière est coupée du ruisseau. Lors de l'inondation de la carrière, un petit récif artificiel de blocs et de galets doit être établi le long de la voie d'accès vers le fond de la carrière. En moins de deux ans, si la qualité de l'eau de l'étang s'avère adéquate, le ruisseau devrait être dérouté vers l'étang. Les truites mouchetées se dirigeront vers l'étang, où elles s'alimenteront d'éperlans. Le récif servira de frayère aux éperlans, les truites mouchetées viendront du ruisseau Charlotte et, par conséquent, une pêcherie auto-suffisante aura été établie. Aucune autre intervention de la part des gestionnaires ne sera nécessaire. Afin de restreindre la pression de pêche à un niveau non dommageable pour l'étang, la route d'accès au site devrait être limitée.

7.1.4 Programme de surveillance proposé

Lorsque la remise en valeur sera terminée, une surveillance sera effectuée pour faire en sorte que le site puisse être abandonné. Le programme comprendra la

surveillance de la qualité des eaux des sites en amont des branches nord et sud du ruisseau Charlotte, de la qualité de l'eau de la carrière inondée, de la qualité de l'eau du ruisseau Charlotte en aval du site minier ainsi que de celle de la rivière Upsalquitch située juste au nord du lac. La surveillance de la communauté benthique ainsi que des populations de poissons de ces sites sera également poursuivie.

La surveillance de la qualité de l'eau effectuée en amont du ruisseau Charlotte fournira les données servant à établir une comparaison entre la qualité de l'eau des régions situées en amont de l'influence du site, et de celle de divers emplacements soumis à l'influence du site. Les effets possibles de la carrière inondée sur la qualité de l'eau réceptrice seront déterminés. À l'intérieur même de la carrière inondée, des échantillons d'eau seront prélevés afin de déterminer si l'oxydation du matériau enfoui se produit à la suite de la remise en valeur.

Tous les changements importants de qualité de l'eau peuvent se refléter dans les populations du biote aquatique. L'établissement des populations de poissons dans la carrière inondée prouvera concrètement que la qualité de l'eau est adéquate. Le programme de gestion des pêches proposé fournira des données précieuses au programme de surveillance.

Les aspects du programme de surveillance proposé sont décrits au chapitre 8. Le type d'échantillonnage et de programme est résumé au tableau 8-1.

7.2 Effets socio-économiques

Il a été proposé qu'à la suite de l'extraction et de la remise en valeur, plusieurs éléments permanents resteraient dans le voisinage du site minier. Ces éléments incluraient la carrière inondée, un tas de gangue inerte et environ 4 km de route de camionnage. Globalement, ces éléments couvriraient une surface de 20 à 25 ha. L'exploitation de Restigouche entraînera donc une coupe permanente du terrain forestier pouvant atteindre 25 ha de la concession d'Upsalquitch. Si l'on tient compte de la surface actuelle de terrain forestier comprise dans la concession (366 000 ha), il est logique de supposer que la perte de 25 ha serait de peu de portée.

Si l'on tient compte de la valeur monétaire de la fibre ligneuse qui serait perdue à la suite de la perte de 25 ha de terrain forestier, les estimations suivantes ont été fournies par la direction de l'aménagement du bois du MRNE. Une forêt de feuillus (dont la valeur marchande actuelle est négligeable) prédomine dans la région perturbée de façon permanente. Toutefois, les estimations ont démontré qu'une superficie d'environ 18 ha est recouverte de façon appréciable de bois mou (un mélange d'épinettes et de sapins baumiers) pouvant produire jusqu'à 50 m^3 de pâte de bois résineux par hectare durant une période de rotation d'environ 50 ans. À l'heure actuelle, cette pâte de bois aurait une valeur du bois sur pied de 8,86 \$/m^3 ou d'environ 400 \$/ha. La région perturbée totale aurait donc une valeur de bois potentielle de 7200 \$ ou de 144 \$/an (Frame, MRNE, communication personnelle, 1989).

Environ 415 000 m^3 (Frame, MRNE, communication personnelle, 1989) de bois mou sont exploités annuellement dans la concession d'Upsalquitch. En tenant compte du volume de bois susmentionné et de sa valeur, il semble raisonnable de supposer que la perte de 25 ha de terrain forestier n'affecterait pas de façon appréciable l'exploitation de la concession d'Upsalquitch.

7.2.1 Possibilités d'emploi

Lorsque la réserve de minerai de Restigouche sera épuisée, le transport et le traitement du minerai cesseront. Tous les emplois seront éliminés à l'exception de ceux reliés au travail de remise en valeur. Actuellement, l'on estime que le travail de remise en valeur, y compris le transfert de résidus producteurs potentiels d'acides au fond de la carrière ainsi que leur recouvrement de morts-terrains, le profilage et la mise en place d'une couverture de terre sur le tas de gangue inerte ainsi que le profilage et la revégétalisation de la région perturbée prendront environ six mois.

En terme d'emplois rattachés à la remise en valeur, ces derniers sont minimes comparativement à ceux rattachés à l'exploitation à pleine capacité. Par conséquent, Marshall n'en a pas fait l'estimation spécifique pour la période suivant l'exploitation.

7.2.2 Effets sociaux

Lorsque l'extraction de la mine de Restigouche prendra fin, les revenus en découlant à l'échelle locale et provinciale cesseront. Les employés licenciés chercheront probablement du travail dans d'autres mines ou bien ils retourneront à leurs occupations précédentes.

La région perturbée par l'extraction minière reviendra à ses activités consommatrices et non-consommatrices traditionnelles. On compte parmi celles-ci, la pêche, la chasse, le piégeage, la sylviculture, la randonnée pédestre et le camping.

8.0 PROGRAMME DE SURVEILLANCE PROPOSÉ

8.1 Introduction

La surveillance implique la compilation d'une série de mesures répétées au cours d'une période. La surveillance des diverses phases de projets importants peut être classée en tant que vérification du degré de conformité ou en tant que contrôle des effets sur l'environnement.

8.2 Vérification du degré de conformité

La vérification du degré de conformité est entreprise par un promoteur, afin de faire en sorte que les niveaux réglementés de paramètres dans les décharges soient respectés. Les conditions spécifiques seront décrites dans les autorisations de construire et d'exploiter publiées aux termes de la Loi sur l'assainissement de l'environnement. Normalement, le programme de surveillance et de signalisation exige que les paramètres à analyser soient prescrits dans les Règlements sur les effluents liquides (Environnement Canada, 1977).

Un programme de surveillance complet assurera le contrôle de la gestion des déchets du site ainsi que la protection de l'environnement. Au cours des phases de développement/construction, d'exploitation, de remise en valeur et par la suite, la vérification du degré de conformité se poursuivra afin de déterminer :

1. la quantité et la composition de l'eau résiduelle, tout particulièrement celle en provenance des drainages des effluents acides de la carrière à ciel ouvert et de la zone de roches sulfureuses;

2. la qualité des autres écoulements en surface du site, en particulier le débordement du bassin de sédimentation de la gangue;

3. la qualité de l'eau du ruisseau Charlotte s'écoulant en amont et en aval de la mine.

Marshall mettra sur pied un programme de formation pour familiariser le personnel du site avec tous les types d'exercices de surveillance qui doivent être entrepris. En plus des types de surveillance quantitatifs et habituels susmentionnés, qui sont orientés vers la protection de l'environnement aquatique, l'on demandera au personnel sur place d'observer et de corriger tous les cas entraînant des émissions excessives de poussière, de bruit ou toute autre émission potentielle dans l'environnement.

Ainsi qu'il est mentionné à la figure 3-2, la décharge du site se produira à deux endroits. Par conséquent, deux postes d'échantillonnage seront établis pour procéder à la vérification du degré de conformité des paramètres appropriés. Ainsi, pour les sites SE-3a et SE-3b, la décharge du réseau de traitement ainsi que celle des effluents du bassin de sédimentation, vers le ruisseau Charlotte, seront surveillées respectivement (tableau 8-1).

8.3 Contrôle des effets sur l'environnement

Le contrôle des effets sur l'environnement comprend la surveillance afin de s'assurer de la précision des effets (impacts) prévus. Le programme de surveillance proposé concernant la gestion des résidus et la détermination des effets de l'exploitation minière sur les milieux aquatique et terrestre est résumé au tableau 8-1. Le programme qui débutera avant la phase de construction et qui sera poursuivi jusqu'à ce que le site puisse être abandonné de façon permanente, sera modifié en respectant les résultats de la surveillance.

Actuellement, le site CB-3 ne convient plus à la vérification des effets survenant en aval de la décharge, vu les modifications apportées à l'emplacement général du site. Ces modifications ont été effectuées après la mise sur pied du programme de cueillette de données de référence. Un nouveau poste, désigné CB-3a, sera établi en aval de la décharge du bassin de sédimentation proposé afin de procéder à la vérification des effets survenant en aval du site (tableau 8-1).

Le contrôle des effets sur l'environnement sera effectué afin de déterminer:

1. l'état de l'habitat et des populations aquatiques des régions situées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone d'influence la mine;

2. la qualité des eaux souterraines dans le voisinage de la mine; et

Tableau 8-1
Programme de surveillance proposé

Emplacement	Groupe paramètre	Fréquence de contrôle/ Type d'échantillon	objectif
AMD-1, AMD-2	A	Bimensuel pour une période de 6 mois, mensuel par la suite	qualité du drainage des effluents acides
SE-1	A	Échantillon prélevé mensuellement	qualité du débordement du bassin de sédimentation
	B	Échantillon prélevé de façon hebdomadaire	qualité du débordement du bassin de sédimentation
SE-2	C	échantillon prélevé en continu	pour actionner les alarmes afin d'arrêter la décharge
	D	composite hebdomadaire	vérification du degré de conformité
SE-3 (a+b)	D	composite hebdomadaire	vérification du degré de conformité
SE-3a	LC_{50}	trimestriellement	vérification du degré de conformité
CB-3a	C	échantillon prélevé quotidiennement	vérification du degré de conformité
	D	composite hebdomadaire	vérification des effets
CB-1, CB-2a, CB-3a, CB-4, UR-5, CS**	D	composite mensuel/quotidien composite	vérification des effets
CB-1, CB-2a, CB-3a CB-4, UR-5, CS	populations de macro-invertébrés	échantillon prélevé en continu/pour évaluer les mois de juin, août, nov.	vérification des effets
CB-1, CB-2b, CB-3a CB-4, UR-5, CS	populations de poissons	études concernant la pêche à l'électricité/juin, août, nov.	vérification des effets
CB-2b, CB-3a, CB-4 UL, CS	contaminant métallique dans la chair de poisson (métaux du groupe D)	juin, août, nov.	vérification des effets
3 puits**	A	mensuellement/quotidiennement	vérification des effets
camps/régions d'hivernage des cerfs	bruit	mensuellement	vérification des effets
carrière inondée	E	trimestriellement	stabilité de la carrière

Emplacement de l'échantillon[a]

AMD-1 - eau de mine dans la carrière à ciel ouvert
AMD-2 - eau de drainage du gisement de minerai/gangue
SE-1 - débordement du bassin de sédimentation
SE-2 - débordement du réseau de traitement
SE-3a - décharge du site (réseau de traitement)
SE-3b - décharge du site (étang de sédimentation)
CB-1 - ruisseau Charlotte, bras sud
- en amont de la décharge du site
CB-2 - ruisseau Charlotte, bras nord
- en amont de la décharge du site
CB-3a - ruisseau Charlotte - en aval de la décharge du site
CB-4 - ruisseau Charlotte - au lac Upsalquitch
UR-5 - rivière Upsalquitch sud-est - au lac Upsalquitch
CS - site de surveillance
UL - lac Upsalquitch
** - Les emplacements doivent être déterminés avant d'entreprendre la phase de construction
[a] - Voir l'emplacement des échantillons CB-1 jusqu'à UR-5 à la figure 4-5

Groupe paramètre[b]

A - pH, acidité globale, SO_4
Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, As

B - solides en suspension, turbidité, pH

C - pH, turbidité

D - solides en suspension, turbidité, pH, alcalinité, Ca, Mg, SO4, Al, Fe, Mn
Cu, Zn, Pb, As, Ni, Nitrate

E - pH, alcalinité, Ca, Mg, SO_4, Al, Fe, Mn
Cu, Zn, Pb, As, Ni, oxygène dissous

LC_{50} - vérification de la toxicité de l'effluent

[b] - analyses et limites de détection conformes aux méthodes standard, 17e édition, (AWWA).

3. les niveaux des émissions de bruit aux emplacements potentiellement sensibles dans le voisinage de la mine.

La surveillance périodique des populations de macro-invertébrés et de poissons, vivant à l'intérieur et à l'extérieur de la zone d'influence de la mine, indiquera les modifications que subit l'habitat aquatique au cours des diverses phases du projet. Les invertébrés benthiques constituent des indicateurs sensibles de l'état de santé d'un milieu aquatique. Selon la méthode Shannon (Pielou, 1977), une diminution substantielle dans la diversité des invertébrés au cours d'une année signifie que l'environnement aquatique a été soumis à la contrainte. Inversement, année après année, des indices semblables de diversité indiquent que les conditions environnementales sont relativement stables. Toutefois, un site aquatique connaît un cycle saisonnier de taxa et de diversité (Hynes, 1970).

Afin de déterminer les fluctuations naturelles, les statistiques relatives à la population seront évaluées dans le cas d'un site de surveillance situé à l'extérieur de la zone d'influence de la mine. Ces renseignements seront utilisés conjointement avec les données de référence, dans le but de déterminer si les variations de population sont représentatives de la contrainte du milieu. Lorsque ces variations sont considérées représentatives de modifications substantielles à l'habitat aquatique, les données sur la qualité de l'eau des postes d'échantillonnage seront analysées pour découvrir s'il y a corrélation. Ces renseignements seront utilisés pour l'élaboration des mesures d'atténuation, s'il y a lieu.

Les populations résidentes de poissons seront échantillonnées de façon périodique afin de déterminer les niveaux de contaminants métalliques dans la chair de poissons. L'échantillonnage sera prélevé au commencement de 1990 avant que ne débute l'exploitation du site et il se poursuivra au cours des phases ultérieures jusqu'à ce que l'exploitation soit terminée. À l'aide de ces données, il sera possible de déterminer le taux d'accumulation de métaux touchant le sommet du réseau alimentaire aquatique. Des mesures d'atténuation seront prises si les contaminants métalliques dans la chair de poissons atteignent des niveaux problématiques.

Le bruit enregistré sur le site ainsi que les activités reliées au transport seront surveillés à partir de l'emplacement de camping situé le plus près de la mine ainsi que sur divers emplacements dans la région d'hivernage des cerfs de Simpson. Ce travail sera exécuté sur une base mensuelle au moyen d'un compteur à main étalonné. Au cours de la journée, des relevés seront pris à plusieurs intervalles correspondant aux niveaux d'activité de l'exploitation. Cet aspect du programme de surveillance sera complété par une estimation des diverses sources sur le site. Les renseignements recueillis serviront à déterminer la précision des niveaux sonores prédits et ils serviront également, s'il y a lieu, à élaborer des mesures d'atténuation.

À la suite de la remise en valeur du site, le contrôle de la qualité des eaux de surface et souterraines se poursuivra durant une période de trois années. Ce processus inclura également le contrôle de la qualité de l'eau de la carrière inondée afin de déterminer si les matériaux sulfureux s'oxydent.

9.0 REFERENCES

Alberta Land Conservation and Reclamation Council. 1977. Guidelines for the reclamation of land in Alberta. Alberta Environment and Alberta Department of Energy and Natural Resources. Edmonton.

Babich, H. and G. Stotzky. 1983. Influence of chemical speciation on the toxicity of heavy metals to the microbiota. In: Aquatic Toxocology. (Advances in Environmental Science, Vol. 13). Wiley - Interscience Publications, Toronto. pp. 1-46.

Ball, C.W. 1975. Microscope study, silver-lead-zinc-copper ore, Restigouche Deposit, New Brunswick, Canada. Report written for Canex Placer Limited, February 21, 1975.

Beanlands, G.E. and P.N. Duinker. 1983. An ecological framework for environmental impact assessment in Canada. Institute for Resource and Environmental Studies. Dalhousie Univ. 132 p.

Berdusco, R.J. and Popowich, J.L. 1979. Follow-up of slope experiments, Fording Coal Ltd. In: Proceedings of 3rd Annual British Columbia Mine Reclamation Symposium. Reclamation of Lands Disturbed by Mining. March 7-9, Vernon, British Columbia. Paper 1979-4, pp. 335-340. Inspection and Engineering Division. Victoria.

Bishai, H.M. 1961. The effects of pressure on the survival and distribution of larval and young fish. Zoology Dept., Faculty of Science, Cairo Univ., Egypt. pp. 292-311.

Borgmann, U. 1983. Metal speciation and toxicity of free metal ions to aquatic biota. In: Aquatic Toxocology. (Advances in Environmental Science, Vol. 13). Wiley - Interscience Publications, Toronto. pp. 47-72.

British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. 1979. Guidelines for reclamation of metal-mine abandonment. Mines Regulation Act, Section II.

Calef, G.W., E.A. DeBock and G.M. Lortie. 1973. Observations of the Porcupine caribou herd, 1972. Towards an environmental impact assessment of the portion of the MacKenzie gas pipeline from Alaska to Alberta. Intermediate Report No. 3, Volume I. Prepared for Environmental Protection Board. 126 p.

Calef, G.W., E.A. DeBock and G.M. Lortie. 1976. The reaction of barren-ground caribou to aircraft. Arctic 29(4):201-212.

Carson, W.G. and W.V. Carson, 1972. Toxicity of copper and zinc to juvenile Atlantic salmon in the presence of humic acid and lignosulfonates. Fish. Res. Board Can. Manuscript Rep. No. 1181, 14 p.

Chapman, G.A. 1978. Effects of continuous zinc exposure on sockeye salmon during adult-to-smolt freshwater residency. Trans. Am. Fish. Soc. 107:828-836.

Dorrance, M.J., P.J. Savage and D.E. Huff. 1975. Effects of snowmobiles on white-tailed deer. J. Wildl. Mgmt 39(3):563-569.

Eckstein, R.G., T.F. O'Brien, O.J. Rongstad and J.G. Bollinger. 1979. Snowmobile effects on movements of white-tailed deer: A case study. Environmental Conservation 6(1):45-51.

Environment Canada. 1977. Metal Mining Liquid Effluent Regulations and Guidelines. Environmental Protection Service, Report EPS 1-WP-77-1.

Environment Canada. 1985. Historical streamflow summary, Atlantic Provinces. Water Survey of Canada. Inland Waters Directorate.

Environment Canada. 1986. Environmental codes of practice for steam electric power generation. Environmental Protection Service. Report EPS 1/PG/2.

Environment Canada. 1987. Mine and mill wastewater treatment. Environmental Protection Service, Report EPS 2/MM/3.

Fyffe, L. 1971. Geology of Upsalquitch Lake, Nepisiquit, Portage Brook. Map M-7. New Brunswick Department of Natural Resources.

Fyffe, L. 1973. Geology of Ramsey and Murray Brook. Map M-6, N.B. Dept. of Nat. Res.

Getz, L.L., A.W. Haney, R.W. Larimore, J.A. McNurney, H.V. Leland, P.W. Price, G.L. Rolfe, R.L. Wortman, J.L. Hudson, R.L. Solomon and K.A. Reinbold. 1977. Transport and distribution in a watershed ecosystem. In: Lead in the Environment. W.R. Boggess and B.G. Wixson (eds.). Prepared for the National Science Foundation, Castle House Publ., Turnbridge Wells, Kent, U.K. NSF/RA-77-214. pp. 105-134.

Goettl, J.P., Jr., P.H. Davies and J.R. Sinley. 1976. Laboratory studies: Water pollution studies. In: Colorado Fisheries Research Review 1972-1975. O.B. Cope (ed.). Colorado Div. Wildl. Publ. DOW-R-R-F72-F75. Denver, Colorado. 74 p.

Hallam, R., R. Kussat and M. Jones. 1974. A biological assessment of Benson Lake following cessation of deep lake tailings disposal. Environment Canada, Surveillance Report EPS 5-PR-74-2.

Hamilton, R. and W.W. Fraser. 1978. A case history of natural underwater revegetation: Mandy Mine high sulphide tailings. Reclamation Review, Volume I. Pergamon Press, U.S.A. pp 61-65.

Harrison, J.E. 1974. Some basic data respecting coal mine waste reclamation. In Proceedings of: Workshops on reclamation of disturbed lands in Alberta, March 27-28, Edmonton, Alberta. D. Hocking and W.R. MacDonald (eds.). Information report NOR-X-116, pp. 30-36. Northern Forest Research Centre, Environment Canada, Edmonton, Alberta.

Holocombe, G.W., D.A. Benoit, E.N. Leonard and J.W. McKim. 1976. Long-term effects of lead exposure on three generations of brook trout (Salvelinus fontinalis). J. Fish. Res. Board Can. 33:1731-1734.

Hubbard, W.F. and M.A.M. Bell. 1977. Reclamation of lands disturbed by mining in mountainous and northern areas. A selected bibliography and review relevant to British Columbia and adjacent areas. Prepared by Biocan Research Ltd., Victoria, for British Columbia Ministry of Mines and Petroleum Resources, Inspection Branch, Victoria.

Hutchinson, T.C., A. Fedorenko. J. Fitchko, A. Kuja, J. VanLoon and J. Lichwa. 1975. Movement and compartmentation of nickel and copper in an aquatic ecosystem. In: Environmental Biogeochemistry. Vol. 2. J. Nriagu (ed.). Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan. pp. 565-585.

Hynes, H.B.N. 1970. The Ecology of Running Waters. Univ. of Toronto Press. Toronto. 555 p.

Kuck, L., G.L. Hompland and E.H. Merrill. 1985. Elk calf response to simulated mine disturbance in Southeast Idaho. J. Wildl. Mgmt. 49(3):751-757.

Kuit, W.J. 1980. Mine and tailings effluent treatment at the Kimberley, B.C. operations of Cominco Ltd. CIM Bulletin. December. pp. 105-112.

Lakefield Research of Canada, Limited. 1966. Microscopic examination of diamond drill core samples. Prepared for: Tech Corporation Ltd. Progress Report No. 1, Project No. LR1047.

Lakefield Research of Canada, Limited. 1988. Mineralogical examination of six drill core samples from Restigouche property. Prepared for: Neil D.S. Westoll Associates Ltd. Project No. LR3571.

MacDonald, R.J.C., P.D. Kodos, S. Aevier, P. Robinsky and M. Wasserlauf. 1989. Generation of and disposal options for Canadian mineral industry effluent treatment sludges. In: Canadian Inst. of Mining, Tailings and Effluent Management, 1989.

Marshall, I.B. 1983. Mining, Land use and the Environment. Volume II: A Review of Mine Reclamation Activities in Canada. Environment Canada, Land Use in Canada Series, No. 23.

McCourt, K.H., J.D. Feist, D. Doll and J.J. Russell. 1974. Disturbance studies of caribou and other mammals in the Yukon and Alaska, 1972. Renewable Resources Consult. Ltd. Cahiers de biologie en serie, Vol. 5. 245p.

McKim, J.M. and D.A. Benoit, 1971. Effects of long-term exposures to copper on survival, growth and reproduction of brook trout (Salvelinus fontinalis). J. Fish. Res. Board Can. 28:655-662.

Merlini, M. and A. Pozzi. 1977. Lead and freshwater fishes. Part 1. Lead accumulation and water pH. Environ. Pollut. 12: 168-172.

Monenco Ltd. 1984. Sulphide tailings management study. Final report to Department of Energy, Mines and Resources, Ontario.

Montreal Engineering Company Ltd. 1972. Northeastern New Brunswick mine water quality program. Prepared for Environment Canada, Environmental Protection Services.

Montreal Engineering Co. Ltd. 1978. Phase II. Environmental assessment Salmon Harbour Midland Mine project, New Brunswick. Report prepared for Environmental Impact and Assessment Management Committee. Salmon Harbour, Midland Project. New Brunswick Department of Environment.

Munday, G.R., G.L. Ennis, D.G. Wright, D.C. Jeffries, E.R. McGreer and J.S. Mathers. 1986. Development and evaluation of a model to predict effects of buried underwater blasting charges on fish populations in shallow water areas. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1418.

Namminga, H.E., H.E. Scott and S.L. Burks. 1974. Distribution of copper, lead and zinc in selected components of a pond ecosystem. Proc. Okla. Acad. Sci. 54:62-64.

Niimi, A.J. 1983. Physiological effects of contaminant dynamics on fish. In: Aquatic Toxocology. (Advances in Environmental Science, Vol. 13). Wiley - Interscience Publications, Toronto. pp. 207-246.

Nriagu, J.O. (ed.). 1983. Aquatic Toxicology. (Advances in Environmental Science and Technology, Volume 13). Wiley - Interscience Publication, Toronto.

Ohio State. 1971. Acid mine drainage formation and abatement. Water Pollution Control Research Series (EPA). DAST-42 14010 F-PR04/71.

Pielou, E.C. 1977. Mathematical Ecology. Wiley - Interscience. Toronto. 385 p.

Rampton, V.N. et al., 1984. Quaternary geology of New Brunswick. Memoir 416. Geological Survey of Canada.

Ray, S.M. and N.M. Trieff. 1980. Bioaccumulation of anthropogenic toxins in the ecosystem. In: Environment and Health. N.M. Trieff (ed.). Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan. p. 93.

Rolia, E. and K.G. Tan. 1985. The generation of thiosalts in mills processing complex sulphide ores. Canmet.

Ryder, R.A., 1965. A method for estimating the potential fish production of north-temperature lakes. J. Fish. Res. Board Can. pp. 214-218.

Smirnov, A.I. 1954. The effect of mechanical agitation on developing eggs of the pink salmon [(Oncorhynchus gorbuscha) (Walbaum) Salmonidae]. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 97(2): 365-368. (Transl. from Russian by Fish. Res. Bd. Can., Transl. Ser. No. 231, 1959).

Smirnov, A.I. 1955. The effect of mechanical agitation at different periods of development on the eggs of autumn chum salmon (Oncorhynchus keta intrasp. autumnalis (Berg) Salmonidae). Dohl. Akad. Nauk. SSSR, 105(4): 873-876 (Transl. from Russian by Fish. Res. Board Can. Transl. Ser. No. 230, 1959).

Speirs, G.D. 1974. Food habitats of landlock salmon and brook trout in a Maine lake after introduction of landlocked alewives. Trans. Amer. Fish. Soc., 1974 No. 2:396-399.

Sykora, J.L., E.J. Smith, M.A. Shapiro and N. Synak. 1972. Chronic effect of ferric hydroxide on certain species of aquatic animals. In: Proc. of 4th Symp. on Coal Mine Drainage Research, Mellon Institute, Pittsburgh, Pennsylvania. pp. 347-369.

U.S. EPA. 1985. Ambient Water Quality Criteria for Copper - 1984. Criteria and Standards Division, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-440/5-84-031.

Weis, J.S. and P. Weis, 1983. Intraspecific differences in susceptibility to toxicants due to short-term or chronic pre-exposure. In: Aquatic Toxocology. (Advances in Environmental Science, Vol. 13). Wiley - Interscience Publications, Toronto. pp. 189-205.

Williams, R.E. 1975. Waste production and disposal in mining, milling and metallurgical industries. Millar Freeman Publications, Inc. San Francisco.

Witzel, L.D. and H.R. MacCrimmon. 1983. Redd-site selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. Trans. Am. Fish. Soc. 112:760-771.

Wright, D.G. 1982. A discussion paper on the effects of explosives on fish and marine mammals in the waters of the Northwest Territories. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1052.

Yelverton, J.T., D.R. Richmond., W. Hicks, K. Sanders and E.R. Fletcher. The relationship between fish size and their response to underwater blast. Defence Nuclear Agency, Dept. of Defence, Washington, D.C. Topical Rep. DNA 3677 T. 42 p.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. J. Wildl. Mgmt. 22:82-90.

ANNEXE A

RAPPORT MICON

ANALYSE DU COUT D'EXTRACTION POUR LE GISEMENT DE RESTIGOUCHE PAR LES MÉTHODES D'EXPLOITATION SOUTERRAINES OU A CIEL OUVERT

Micon International Limited

Mineral Industry Consultants

Toronto (Canada)

M5H 2Y2

12 janvier 1990

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	1
RÉSUMÉ	3
EXPLOITATION À CIEL OUVERT	7
RÉSERVES DE LA CARRIÈRE	7
CALENDRIER DE PRODUCTION	8
EXIGENCES ET COÛTS D'ÉQUIPEMENT	10
DÉPENSES EN CAPITAL	12
Travaux d'ingénierie	12
Déblaiement préliminaire	12
Équipement minier	13
Bâtiments et installations à la surface	13
Éventualités	15
Fonds de roulement	15
COÛTS D'EXPLOITATION	15
Forage	16
Explosion	17
Chargement	17
Camionnage	17
Camionnage au concentrateur	17
Services sur les lieux	17

	Page
Dépenses relatives à la protection de l'environnement	18
Administration	18
EXPLOITATION SOUTERRAINE	19
RÉSERVES ET MÉTHODE D'ABATTAGE CHOISIE	19
Considérations générales	19
Méthode d'abattage	23
TRACÉ ET PROGRAMME PRIMAIRE D'EXPLOITATION DE LA MINE	24
Tracé	24
Programme	27
COÛTS EN CAPITAL	28
Exploitaion minière	30
Équipement minier	30
Bâtiments et services	31
Travaux d'ingénierie	31
Éventualités	32
Fonds de roulement	32
COÛTS D'EXPLOITATION	32
POTENTIEL POUR UNE EXPLOITATION SUPPLÉMENTAIRE	34
CONCLUSION	36

ANNEXE I Coûts d'exploitation estimatifs p. (i) à (viii)

LISTE DES FIGURES

		Page suivante
Figure 1	Gisement de Restigouche Coupe longitudinale (schéma)	25
Figure 2	Gisement de Restigouche Coupe transversale (schéma)	26

LISTE DES TABLEAUX

		Page suivante
Tableau I	Rajustement des quantités de la carrière	9
Tableau II	Gisement de Restigouche Coût de l'équipement pour la méthode à ciel ouvert	11
Tableau III	Gisement de Restigouche Estimation des frais de gestion de la mine à ciel ouvert	14
Table IV	Gisement de Restigouche Capital estimatif d'exploitation minière - Mine souterraine	29

INTRODUCTION

Marshall Minerals Corp. (Marshall) a retenu les services de Micon International Limited (Micon) pour estimer le coût de l'exploitation du gisement de plomb-zinc de Restigouche au Nouveau-Brunswick selon les méthodes à ciel ouvert et souterraine. Le but de l'étude était de déterminer la méthode d'extraction la plus avantageuse du point de vue économique.

Le principe actuel d'exploitation prévoit que les matières extraites du gisement de Restigouche seront transformées dans un concentrateur de plomb-zinc présentement situé à environ 35 km de l'endroit. La présente étude tient compte du coût de transport du minerai au concentrateur, mais n'inclut pas d'analyse des coûts de transformation puisque ceux-ci sont les mêmes quelle que soit la méthode d'extraction choisie.

On estime que le gisement de Restigouche, sous sa forme actuelle, renferme des réserves géologiques d'un million de tonnes avec une teneur moyenne de 7,76 % de zinc, de 6,06 % de plomb, de 0,33 % de cuivre, de 127 g d'argent par tonne et de 1 g d'or par tonne déterminées par forage. Le gisement peut s'étendre au fond vers le nord, où des forages plus espacés suggèrent la présence probable de 600 000 t supplémentaires de matières à des teneurs semblables.

À l'heure actuelle, la minéralisation dans l'extension du fond du gisement de Restigouche n'a pas été définie assez clairement pour permettre l'élaboration de plans

d'exploitation de ces matières. Pour cette raison, la présente étude se limite à un examen des coûts en capital et d'exploitation nécessaires à l'exploitation de la réserve actuelle déterminée par forage selon les méthodes souterraine et à ciel ouvert. L'extraction de la réserve déterminée par forage selon l'une ou l'autre méthode d'extraction ne compromettra pas la récupération ultérieure de tout minerai additionnel dont on pourrait démontrer l'existence en étendant au fond la présente réserve déterminée par forage.

En effectuant cette étude, Micon s'est servi d'interprétations géologiques, de plans, de sections et d'estimations de réserve préparés par Neil D. S. Westoll and Associates Limited (Westoll) ainsi que d'un modèle informatisé du bloc du gisement dessiné par Roscoe Postle Associates Inc. (Roscoe Postle). Micon ne s'est pas rendu au gisement de Restigouche et n'a pas prélevé d'échantillons du gisement. Roscoe Postle a aussi dessiné un plan préliminaire d'exploitation à ciel ouvert, incluant une estimation des coûts d'investissement et d'exploitation connexes. L'évaluation par Micon de l'exploitation à ciel ouvert du gisement de Restigouche repose sur un examen de ces travaux. L'évaluation de l'exploitation du gisement par la méthode souterraine, d'autre part, repose sur des plans et des estimations des coûts élaborés entièrement par Micon.

RÉSUMÉ

La zone minéralisée du gisement de Restigouche affleure vers le sud, pique le long de la limite du gisement à environ 25° vers le nord et descend de 20 à 40° vers l'ouest. La caractéristique directrice du gisement est qu'il contient un tonnage assez faible de matière à teneur relativement élevée.

Le gisement pourrait être exploité à ciel ouvert ou par la méthode souterraine.

En général, l'exploitation à ciel ouvert est une technique sélective qui permet d'extraire le minerai au complet avec relativement peu de dilution par des déchets externes. Par contre, dans le cas de l'exploitation souterraine, certaines parties du gisement doivent demeurer inexploitées pour soutenir les piliers et une plus grande dilution entraîne une baisse du revenu net par tonne de minerai extrait. Dans ce cas, à conditions égales, l'exploitation à ciel ouvert est préférable.

Cependant, le coût de l'exploitation à ciel ouvert, est fortement influencé par le coefficient de déchets, c'est-à-dire le nombre de tonnes de déchets qui doivent être éliminés par tonne de minerai extrait. Lorsque ce coefficient augmente, on peut atteindre un niveau auquel les avantages reliés à l'exploitation à ciel ouvert sont dépassés par le coût de l'élimination des déchets. Au-delà de ce niveau qui est déterminé par un seuil, l'exploitation souterraine est économiquement justifiée.

Micon a évalué les réserves extractibles déterminées par forage, les dépenses en capital et les coûts d'exploitation reliés à l'exploitation du gisement de Restigouche selon les méthodes souterraine et à ciel ouvert. Les résultats de cette évaluation sont résumés ci-dessous.

	À ciel ouvert	Souterrain
Réserve exploitable (en milliers de tonnes)	990	800
Dépenses en capital (en milliers de $)	11 200	12 100
Dépenses en capital ($/t)	12	15
Coût d'exploitation de la mine ($/t)	27	41
	39	56

Ces données indiquent que l'exploitation à ciel ouvert récupérerait une plus grande proportion de la réserve déterminée par forage et nécessiterait des dépenses en capital et des coûts d'exploitation directs moins élevés.

Le coût direct de l'extraction à ciel ouvert des matières (minerai ou déchets) est estimé à moins de 2 $/t. Comme on peut le voir ci-dessus, on estime que l'exploitaiton à ciel ouvert conçue actuellement, qui comporte un coefficient de déchets d'environ 6 tonnes de déchets par tonne de minerai, a un avantage de 14 $ par tonne de minerai sur l'exploitation souterraine. Ces données supposent que l'exploitation à ciel ouvert demeure la méthode la plus économique jusqu'à ce que la proportion de déchets dépasse environ 13 t de déchets par tonne de minerai.

Il faut remarquer que l'exploitation à ciel ouvert nécessitera l'évacuation de certains déchets contenant du sulfure qui peuvent causer un écoulement acide. On prévoit entreposer ces déchets dans une zone distincte protégée. Cependant, après la fin des travaux d'extraction, il sera probablement nécessaire de retourner ces déchets à la carrière épuisée afin de protéger l'environnement. Bien que des données précises ne soient pas disponibles, on prévoit qu'environ 15 pour cent de tous les déchets, ou un million de tonnes, pourront produire des acides. On prévoit également que le coût de retour de ce matériau à la carrière sera d'environ 2 $/t. Par conséquent, l'exploitation à ciel ouvert peut nécessiter des dépenses supplémentaires d'environ 2 millions de dollars, qui ne sont pas comprises dans les estimations présentées ci-dessus.

Ce coût serait égal à 2 $ par tonne de minerai extrait à ciel ouvert, ce qui réduit la marge des frais d'exploitation en faveur de l'exploitation à ciel ouvert à environ 12 $ par tonne de minerai et réduit le seuil, au-delà duquel l'extraction souterraine devient plus économique, à près de 12 t de déchets par tonne de minerai. Il est évident que, même dans ces conditions, l'exploitation à ciel ouvert de la réserve actuelle déterminée par forage demeure la méthode recommandée.

Bien que l'on insiste sur le fait que les estimations mentionnées dans le présent rapport soient de nature conceptuelle, la différence de coût d'extraction entre les méthodes à ciel ouvert et souterraine est suffisamment élevée pour que, d'après Micon,

les résultats soient concluants. Ainsi, Micon estime que la planification de l'exploitation de la réserve déterminée par forage du gisement de Restigouche devrait se limiter à l'extraction selon la méthode à ciel ouvert.

On souligne aussi que l'analyse comparative des coûts présentée ici se limite à l'extraction de la réserve déterminée par forage. Le gisement de Restigouche peut s'étendre au fond et on prouvera peut-être l'existence de minerai additionnel dans ce secteur. Micon est d'avis que l'extraction à ciel ouvert des réserves déterminées par forage n'entraînera pas la stérilisation du minerai qui peut exister dans un prolongement, au-delà des limites de la réserve actuelle déterminée par forage. On pourrait toujours exploiter ce prolongement selon la méthode à ciel ouvert ou souterraine.

EXPLOITATION A CIEL OUVERT

RÉSERVES DE LA CARRIERE

Roscoe Postle a élaboré un plan préliminaire d'exploitation de la réserve déterminée par forage du gisement de Restigouche par la méthode à ciel ouvert et a estimé que la carrière ainsi creusée contiendrait 5,91 millions de tonnes de déchets et 1,02 million de tonnes de minerai à des teneurs de 7,38 % de zinc et 5,60 % de plomb, avec un coefficient global de déchets de 5,8 tonnes de déchets par tonne de minerai.

Le plan de la carrière a été élaboré à l'aide d'un programme informatique qui ne pouvait, dans le délai accordé, inclure la conception de la rampe nécessaire pour transporter le minerai et les déchets à la surface. De plus, les branches nord et sud du Ruisseau Charlotte traversent la région sud de la surface couverte par la carrière préliminaire. Le présent plan d'exploitation prévoit une dérivation de la branche nord du ruisseau dans la branche sud à un point en amont du côté ouest de la carrière. Ceci permettrait à l'exploitation à ciel ouvert de traverser le cours actuel de la branche nord, tout en évitant la branche sud.

Pour ces raisons, Micon a modifié manuellement la conception de la carrière, tout d'abord, pour délimiter l'extrémité sud de la carrière à un point au nord de la branche sud du Ruisseau Charlotte et, deuxièmement, pour prévoir, à l'intérieur des parois de la carrière, une rampe de camionnage en spirale de 20 m de largeur à un angle de 8 %. Micon a prévu une dilution de 5 % du tonnage de minerai in situ. La teneur du diluant a été évaluée à zéro.

Les réglages que Micon a apporté aux quantités de minerai et de déchets renfermés dans la carrière préliminaire conçue par Roscoe Postle sont résumés au tableau I. On peut remarquer que la carrière adoptée par Micon peut contenir 6,01 millions de tonnes de déchets et 0,99 million de tonnes de minerai à une teneur de 7,0 % de zinc et de 5,3 % de plomb, avec un coefficient global de déchets de 6,1 tonnes de déchets par tonne de minerai. Ces quantités sont contenues dans une carrière de 300 m de long sur 200 m de large à la crête et dont la profondeur maximale est d'environ 100 m. Les parois de la carrière sont à un angle d'environ 45°.

Les quantités indiquées au tableau I ont été utilisées par Micon pour estimer le coût d'investissement et d'exploitation nécesaires pour exploiter la réserve déterminée par forage du gisement de Restigouche par la méthode à ciel ouvert. On souligne qu'aucune tentative n'a été faite pour optimaliser la conception de la carrière et, par conséquent, on doit prévoir quelques variations des quantités de déchets et de minerai à mesure que l'on approche de la conception finale.

CALENDRIER DE PRODUCTION

Comme indiqué ci-dessus, la carrière préliminaire conçue pour récupérer la réserve déterminée par forage renferme 1 million de tonnes de minerai et 6 millions de tonnes de déchets. Micon a estimé, sans calculs précis, qu'environ 400 000 t de déchets devront être enlevées au cours de l'étape avant la production afin de préparer la carrière en vue d'une exploitation

TABLEAU I

RAJUSTEMENT DES QUANTITéS DE LA CARRIERE

	Quantités (mille tonnes)		teneur du minerai (%)	
	Déchets	Minerai	Zinc	Plomb
Carrière préliminaire - Roscoe Postle	5 915	1 020	7,4	5,6
Matières perdues dans les limitations Limite sud	(270)	(80)	7,4	5,6
Déchets ajoutés par l'inclusion de la Rampe de camionnage	415	-	-	-
Dilution de l'exploitation	(50)	50	-	-
Quantités de la carrière adoptées par Micon	6 010	990	7,0	5,3

commerciale continue. Par conséquent, on prévoit que, lors de l'exploitation, 5,6 millions de tonnes de déchets et 1 million de tonnes de minerai seront extraites de la carrière avec un coefficient moyen de déchets de 5,6 t de déchets par tonne de minerai.

On prévoit présentement extraire quotidiennement en moyenne 4 250 t de déchets et 750 t de minerai de la carrière. À ce rythme, la réserve déterminée par forage serait épuisée au bout de quatre ans.

EXIGENCES ET COUT D'ÉQUIPEMENT

On prévoit exploiter la mine à ciel ouvert selon des techniques conventionnelles de forage, de dynamitage, de chargement par chargeuses mobiles et de transport par camions tout-terrain. On prévoit aussi utiliser un certain nombre de remorques pouvant circuler sur les routes pour transporter le minerai brut au concentrateur situé à environ 35 km du gisement de Restigouche.

Roscoe Postle a dressé une liste de l'équipement nécessaire à l'extraction quotidienne de 4 250 t de déchets et de 750 t de minerai et au transport du minerai au concentrateur externe. Roscoe Postle a également préparé une estimation du coût en capital pour cet équipement. Le devis (matériel et dépenses en capital nécessaires) de Roscoe Postle, modifié légèrement par Micon, est reproduit au tableau II.

TABLEAU II

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

COUT DE L'ÉQUIPEMENT POUR LA METHODE A CIEL OUVERT

	Quantité (en unités)	Prix unitaire	Total
ÉQUIPEMENT DE PRODUCTION			
Foreuse sur rails (4 po)	2	371 600 $	743 200 $
Support réglable	3	3 500	10 500
Compresseur de 150 pi3/min	2	15 000	30 000
Chargeur de LHC (5,2 v3)	2	293 300	586 600
Camion tout-terrain (35 t)	5	315 000	1 575 000
Remorque routière pour rochers (25 t)	4	80 000	320 000
Exploseurs et instruments	1	4 000	4 000
Ligne de tir	1	8 000	8 000
ÉQUIPEMENT D'ENTRETIEN			
Niveleuse (180 hp)	1	301 500	301 500
Bulldozer (285 hp)	1	397 400	397 400
Camion-citerne	1	25 000	25 000
Camion à eau	1	25 000	25 000
Camion de service	1	30 000	30 000
Chasse-neige	1	35 000	35 000
Camionnette	4	20 000	80 000
Ambulance	1	25 000	25 000
Outils d'atelier		50 000	50 000
Matériel de bureau		20 000	20 000
Matériel d'arpentage		10 000	10 000
Matériel de sécurité		10 000	10 000
Ameublements du vestiaire		20 000	20 000
Divers		10 000	10 000
			4 316 200 $
Déplacements pour se rendre sur les lieux (5 %)			215 800
Déchargement et entretien pour démarrer (10 %)			431 600
Total			4 963 600 $

Source: Roscoe Postle Associates Inc. et modifié par Micon.

DÉPENSES EN CAPITAL

Micon a passé en revue les estimations préparées par RoscoePostle des dépenses en capital avant la production nécessaires pour préparer le gisement de Restigouche à l'exploitation à ciel ouvert. D'après Micon, les dépenses totales en capital devraient être de l'ordre de 11,2 millions de dollars répartis comme suit.

	Coût en capital (en milliers de $)
Travaux d'ingénierie	200
Déblaiement avant la production	1 600
Équipement minier	5 000
Bâtiments et installations de surface	1 600
Coût direct en capital	8 400
Éventualités (12 %)	1 000
Fonds de roulement	1 800
DÉPENSE TOTALE EN CAPITAL	11 200

Travaux d'ingénierie

Roscoe Postle estime que les études détaillées des travaux d'ingénierie nécessaires avant le début des travaux de creusage, coûteront environ 200 000 $. Micon juge cette estimation raisonnable.

Déblaiement préliminaire

Il sera nécessaire d'enlever une certaine quantité de déchets avant le début de l'exploitation commerciale, afin de développer un nombre suffisant de fronts de minerai

pour maintenir le rythme de production de 750 t de minerai par jour. Micon a estimé, sans calculs précis que ceci nécessitera le déblaiement d'environ 400 000 t de déchets au cours de l'étape précédant la production.

On prévoit que ce travail sera effectué par un entrepreneur, à un coût d'environ 4 $ par tonne de déchets enlevés. Ainsi, Micon estime le coût du déblaiement préliminaire à 1,6 million de dollars.

Équipement minier

Micon juge raisonnable l'estimation de 5 millions de dollars de Roscoe Postle pour le coût de l'équipement minier. Les détails de cette estimation sont indiqués au tableau II, inclus auparavant.

Bâtiments et installations à la surface

Roscoe Postle, avec l'aide de Leslie Engineering (1988) limited, a estimé le coût des bâtiments auxiliaires et des installations à la surface, en plus de ceux déjà en place, à 1,33 million de dollars (tableau III).

Micon a augmenté cette estimation de 270 000 $ pour tenir compte du coût des travaux reliés à la protection de l'environnement, notamment au contrôle et au traitement de l'écoulement acide pouvant provenir de déchets porteurs de sulfures. Ainsi, Micon a évalué à 1,6 millions de dollars le coût en capital en bâtiments et en installations à la surface nécessaires pour l'exploitation à ciel ouvert du gisement de Restigouche.

TABLEAU III

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

ESTIMATION DES FRAIS DE GESTION DE LA MINE A CIEL OUVERT

Frais de gestion

Préparation du chantier, routes	500 000 $
Atelier de réparation	402 000
Entreposage du carburant et système de distribution	46 000
Allumage de l'entrepôt	30 000
Circuiterie d'eau	152 000
Protection contre l'incendie	3 000
Génératrice diesel	46 000
Remorque de premiers soins et de sécurité	18 000
Vestiaire	56 000
Remorque de déjeuner	18 000
Système septique	13 000
Clôture périmétrique de la mine à ciel ouvert	46 000
Total	1 330 000 $

Source - Roscoe Postle Associates Inc. modifiée par Micon.

Éventualités

À ce stade de la conception de la carrière et de l'ingénierie du projet, Micon juge qu'un fonds pour éventualitésde 12 pour cent devrait porter sur tous les éléments de l'estimation du coût en capital.

Fonds de roulement

Selon Micon, il faudrait prévoir un fonds de roulement d'un montant égal au coût total de l'exploitation de la propriété de Restigouche pour une période de trois mois.

Tel que décrit ultérieurement, le coût de l'exploitation de la mine à ciel ouvert du minerai et des déchets et de la livraison du minerai au concentrateur, est estimé à 27 $ par tonne de minerai. La production est prévue au taux de 262 500 t/a ou d'environ 66 000 t pour une période de trois mois. Les impératifs de fonds de roulement sont par conséquent estimés à 1,8 millions de dollars.

COUTS D'EXPLOITATION

Micon a vérifié les estimations préparées par Roscoe Postle relatives aux coûts d'exploitation associés à l'extraction des réserves déterminées par forage à la propriété de Restigouche selon les méthodes d'exploitation à ciel ouvert et à la livraison du minerai à un concentrateur extérieur. Selon Micon, les coûts totaux d'exploitation sont susceptibles d'être de 27 $/t, et comprennent les éléments suivants :

	Coût d'exploitation ($/t)
Forage	1,35
Explosion	2,75
Chargement	2,00
Camionnage	4,90
Coût d'extraction direct	11,00

	Coût d'exploitation ($/t)
Services sur les lieux	6,50
Dépenses reliées à l'environnement	0,75
Administration	3,0
Coût indirect sur place	10,55
Camionnage au concentrateur	5,40*
COÛT D'EXPLOITATION TOTAL	26,95

* Voir l'annexe.

Forage

Roscoe Postle prévoit l'équipement d'un perçage unique pour deux quarts de travail par jour à raison de cinq jours par semaine. En raison de la nécessité projetée de la fréquence de déplacement de l'équipement de forage de banc à banc, Micon considère qu'il est plus prudent de rajouter une foreuse supplémentaire, sur une base quotidienne, à raison de cinq jours par semaine. Par conséquent, Micon a opté pour un coût de forage de 1,3 $ par tonne de minerai ou environ 12 cents par tonne supplémentaire à l'estimation de Roscoe Postle.

Explosion

Roscoe Postle a estimé les coûts d'explosion à 2,92 $ par tonne de minerai. Micon favorise le prix un peu moins élevé de 2,75 $/t.

Chargement

Micon estime que les frais de chargement de 2 $ par tonne de minerai estimés par Roscoe Postle sont raisonnables.

Camionnage

Micon estime que les coûts de camionnage de 4,90 $ par tonne de minerai estimés par Roscoe Postle sont raisonnables.

Camionnage au concentrateur

Roscoe Postle a estimé le coût du camionnage des chantiers de la mine au concentrateur à 4,60 $ par tonne de minerai. Micon prévoit un opérateur de chargeur supplémentaire pour chaque quart de travail. L'estimation de Micon s'élève donc à 5,40 $/t pour le coût de camionnage hors site.

Services sur les lieux

Le coût des services sur les lieux, y compris le personnel de maintenance, les opérateurs et les dépenses courantes pour l'équipement divers et la réserve de main-d'oeuvre, a été estimé par Roscoe Postle à 6,50 $ par tonne de minerai. Micon est d'accord avec cette estimation.

Dépenses reliées à l'environnement

Micon a inclus dans ses estimations de coût d'exploitation, une affectation nominale de 200 000 $ par année ou de 0,75 $ par tonne de minerai, pour le coût des mesures de protection de l'environnement telles que le traitement de l'écoulement d'eau acide.

Administration

Micon accepte l'estimation de Roscoe Postle relative aux dépenses d'administration evaluées à 3,30 $ par tonne de minerai.

EXPLOITATION SOUTERRAINE

La nature du gisement de Restigouche qui est peu profond et facilement accessible en permet l'exploitation par des méthodes d'exploitation souterraine et, à la demande de Marshall, Micon a entrepris une évaluation préliminaire de la faisabilité technique et du coût probable de l'exploitation souterraine.

Comme dans le cas de l'exploitation à ciel ouvert, l'analyse s'est limitée à l'extraction de la réserve déterminée par forage. La base de données utilisée pour l'évaluation comprend des plans géologiques et des sections de la réserve déterminée par forage fournis par Westoll. Ces données ont été calculées en fonction des résultats de trous de forage superficiels espacés d'environ 15 m.

Aucun développement d'exploration n'a été effectué sous terre dans la propriété de Restigouche. Il a donc été nécessaire de faire certaines suppositions relatives aux tracés et aux dimensions d'abattage réalisables. Ces suppositions sont identifiées dans les sections suivantes du présent rapport.

RÉSERVES ET MÉTHODE D'ABATTAGE CHOISIE

Considérations générales

La réserve géologique étudiée par Westoll a servie de base pour évaluer la réserve susceptible d'être exploitée en utilisant les méthodes d'exploration souterraines. La réserve in situ déterminée par forage est estimée par Westoll à environ 1 million de

tonnes à un niveau moyen de 7,76 pour cent de zinc et de 6,06 pour cent de plomb. Cette réserve a été délimitée dans un emplacement de plan entre l2850 et 3150 nord et 9950 et 10050 est.

Les caractéristiques importantes du gisement de Restigouche relativement à l'exploitation souterraine et, en particulier à la méthode d'abattage et aux réserves susceptibles d'être exploitées, sont énumérés ci-dessous :

- le gisement plonge à environ 25° au nord et baisse entre 20° et 40° à l'ouest;

- le minerai, composé de sulfures massifs et durs, est croisé par un dyke et des ramifications et supporte les contacts d'épontes supérieure et inférieure qui roulent ou qui ondulent de façon significative dans les dimensions de direction, de pendage et d'inclinaison;

- l'épaisseur verticale des sulfures massifs varient de quelques mètres à 40 m. De la même façon, dans le plan horizontal, la largeur du gisement peut varier de quelques mètres à 60 m;

- L'épaisseur maximale et la largeur du gisement se trouvent dans les zones mineralisées qui s'unissent pour former une série de blocs exploitables, plus ou moins continus sur une longueur de 150 m;

- les blocs de minerai à exploiter mentionnés ci-dessus sont situés aux profondeurs entre les élévations de +400 et de +340, en fonction de l'inclianison et du pendage. Le minerai au-dessus de la l'élévation de +400 peut ne pas être exploitable selon les méthodes d'exploitation souterraine à cause des exigences reliées au stot ou au coût potentiel de l'enlèvement des morts-terrains.

Les particularités ci-dessus permettent de considérer un certain nombre de méthodes d'abattage possibles, y compris l'exploitation par chambres et piliers, l'abattage par chambre

remblayée et l'abattage par trous profonds ou une combinaison de ces méthodes. Toutefois, la considération d'abattage principale, dictée par la variabilité des trois dimensions du gisement, est l'extraction maximale souterraine ou le minerai au prix le moins élevé, avec une dilution minimale du minerai avec le résidu d'exploitation.

Les méthodes d'exploitation par chambres et piliers n'ont pas été retenues à cause du coût élevé de l'exploitation de chambre et de la production, d'une récupération d'extraction potentiellement basse du minerai et de la hauteur des toits.

Les autres méthodes d'abattage, notamment abattage par chambre remblayée et par trous profonds sont, selon Micon, les seules méthodes viables pour la Restigouche au stade présent des études de faisabilité. Les attributs techniques des deux méthodes s'appliquant à Restigouche, sont comparées ci-dessous.

	Abattage par chambre remblayée	Abattage par trous profonds
Sous-niveaux	Moins avantageux	
Piliers de chambre	Oui	Oui
Récupération de pilier	Non	Possible selon le coût
Réserve perdue aux piliers	± 30 %	± 30%
Remblai de chambre	Oui	Peut-être
Contrôle de dilution	Plus avantageux	Difficile
Préparation de chambre et coût d'exploitation	Moins avantageux	
Coûts directs d'abattage		Moins avantageux
Capital d'exploitation primaire	Moins avantageux	

La comparaison des attributs techniques n'accorde aucune priorité à une méthode, la référence aux coupes longitudinales et aux sections transversales indique que la balance penche en faveur de l'abattage par rapport au contrôle de dilution.

Si l'on compare strictement les coûts d'exploitation directs, l'abattage par trous profonds est beaucoup plus économique que l'abattage par chambre remblayée. Toutefois, l'application de l'abattage par trous profonds nécessite une plus grande exploitation que l'abattage par chambre remblayée. L'analyse préliminaire de l'exploitation souterraine effectuée par Micon à propos des réserves déterminées par forage à Restigouche indique que, si l'on se fie aux coûts d'exploitation et de développement, il n'y a pas grande différence entre les deux méthodes.

En tenant compte de cette conclusion, Micon a fondé son analyse de l'exploitation souterraine sur l'utilisation de l'abattage par chambre remblayée, en raison du fait que cette méthode fournit le contrôle de la teneur et, mieux encore, un revenu plus élevé par tonne de minerai exploité. Micon a conclu, en fonction des données existantes, que l'abattage par chambre remblayée est susceptible de produire une marge nette d'autofinancement plus élevée par tonne de minerai exploité.

L'analyse préliminaire de Micon indique également que l'application de l'abattage par chambre remblayée ou de l'abattage par trous profonds a pour effet de stériliser environ 30 pour cent de la réserve in situ des pilliers de support, laissant environ

700 000 t de la réserve in situ déterminée par forage pour l'exploitation. De plus, lorsque la méthode d'abattage par chambre remblayée est utilisée, la dilution est estimée à environ 12 pour cent, faisant en sorte que la réserve totale déterminée par forage exploitable selon les méthodes d'exploitation souterraine est estimée à 800 000 t.

Méthode d'abattage

Caractéristiques nominales de la méthode d'abattage par chambre remblayée mécanisée non captive

Dimensions	-	largeur des toits de chambre individuelle, dans le minerai, entre 10 et 12 m, situés entre les piliers à nervures permanents de largeurs comprises entre 4 et 5 m;
Orientation	-	pour favoriser une largeur maximale horizontale du minerai, évaluer selon une orientation nord-ouest à sud-est dans la "masse minérale allongée" principale du minerai où les zones minéralisées s'unissent;
Longueur des chambres	-	Variable, mais supposée être en moyenne 50 m dans la "masse minéralisée allongée";
Hauteur des chambres	-	pouvant aller jusqu'à 40 m;
Accès	-	les descenderies de chambres individuelles d'une longueur d'environ 75 m et d'une inclinaison d'environ 15 pour cent, pouvant permettre l'accès aux hommes et à la machinerie, doivent être creusées à une distance de 15 m d'une éponte inférieure au niveau 385. Les toits de pentes sont tailladés avec les élévations de chambre progressives (de -15 à +15 pour cent). L'accès secondaire aux issues de secours et à la ventilation est possible au moyen de montages d'une longueur de 30 m. Les puits d'extraction doivent être établis à une distance de 15 m, connectant ainsi chaque chambre au niveau 400. Un puits unique à la surface permet l'accès aux puits d'extraction au niveau 400;

Boulons d'ancrage - ensembles fendus, plaques et courroies espacés de 1 m;

Main-d'oeuvre - l'abattage se fait 5 jours par semaine à raison d'un horaire de 2 quarts de travail par jour nécessitant deux mineurs expérimentés et quatre autres mineurs dans chaque chambre;

Productivité - si la méthode de forage de front est utilisée, la productivité d'abattage directe est d'un maximum de 44 t par travailleur à quart par chambre (264 t/j). La productivité projetée est de 200 t/j (33 t par travailleur de quart) à cause des délais potentiels dus à des défaillances d'équipement, au remplissage de chambre et à la pose de boulons d'ancrage. De plus, la nature du gisement, soulignée précédemment, peut affecter la productivité dans les cas exigeant une sélectivité d'extraction supérieure.

L'échelle des réserves exploitables et les caractéristiques physiques du gisement sont des points importants pour une capacité régulière de rendement à Restigouche. Même si l'extraction peut initialement atteindre 1 000 t de minerai par jour dans la "masse minéralisée allongée", la capacité régulière estimée par Micon est de l'ordre de 800 t/j. Ce niveau de production exige 4 unités d'abattage qui peuvent facilement être établies dans le "masse minéralisée allongée" principale du minerai avec des unités supplémentaires dans le processus de préparation pour l'opération. De cette façon, l'on prévoit un maintien du degré de souplesse opérationnelle, fournissant ainsi une certaine garantie pour le taux de procution projeté.

TRACé ET PROGRAMME PRIMAIRE D'EXPLOITATION DE LA MINE

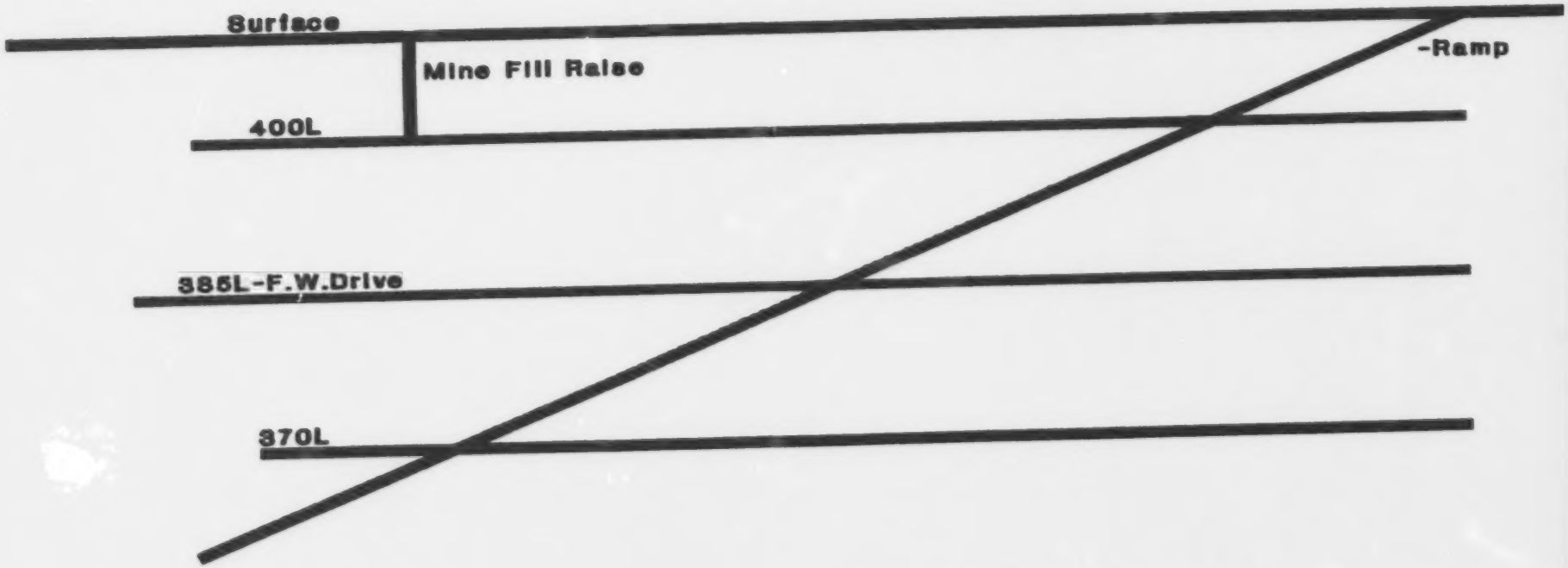
Tracé

Le tracé primaire d'exploitation, représenté aux figures 1 et 2, comprent :

- une descenderie ou une rampe de la surface, à une inclinaison de -12 pour cent permettant l'accès aux niveaux 400, 385 et 370;

micon
INTERNATIONAL LIMITED
mineral industry consultants

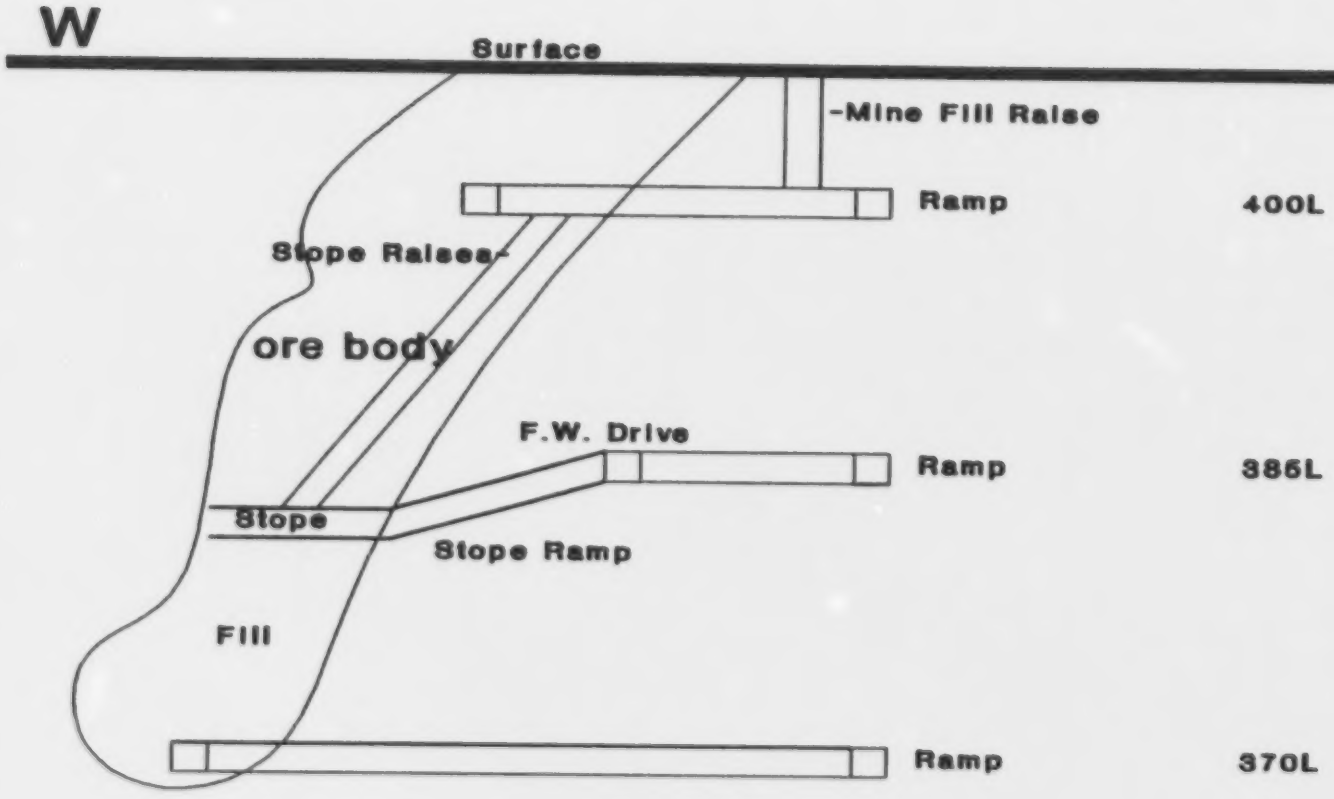
RESTIGOUCHE DEPOSIT



LONGITUDINAL SECTION (SCHEMATIC)

FIGURE 1

RESTIGOUCHE DEPOSIT



CROSS SECTION (SCHEMATIC)

FIGURE 2

micon
INTERNATIONAL LIMITED

- une éponte inférieure au niveau 385;
- une inclinaison dans le minerai aux niveaux 400 et 370;
- des descenderies permettant l'accès à la chambre, à une distance de 15 m, creusées à une inclinaison de -15 pour cent de la galerie au mur au niveau 385;
- des montages verticaux de 30 m pour la ventilation et les issues de secours.
- des puits d'extraction de 30 m dans chaque chambre.
- des puits d'extraction de mine à la surface au niveau 400 .

Les dimensions de la rampe et des galerie sont projetées à 5 m de largeur par 4 m de hauteur. Ces ouvertures sont dimensionnées pour accommoder des camions à charge maximale de 30 t et des chargeuses à pelle ST 3.5. Les dimensions de montage et de remblai sont prévus tous les 2 m.

Les impératifs d'exploitation minière primaire et les dépenses en capital associées sont illustrés au tableau IV.

Programme

La pré-production totale d'exploitation minière est évaluée à environ 2 600 m soit 1 600 m de gangue et 1 000 m de minerai.

En supposant un taux de développement d'environ 325 m par mois, effectué par un entrepreneur selon un programme de 7 jours par semaine à raison de 3 quarts de travail par jour, une période de 8 mois est nécessaire pour accomplir ce travail.

COUTS EN CAPITAL

Les coûts en capital estimatifs fondés sur le plan d'exploitation et le tracé primaire d'exploitation minière traités ci-dessus, sont résumés ici:

	Coût en capital (Mille $)
Exploitation minière (coûts directs)	3 000
Exploitation minière (coûts indirects)	1 200
Équipement minier	3 200
Bâtiments et services	1 300
Travaux d'ingénierie	200
Coût des investissements directs	8 900
Éventualités (12 %)	1 100
Fonds de roulement	2 100
DÉPENSE EN CAPITAL TOTALE	12 100

TABLEAU IV

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

CAPITAL ESTIMATIF D'EXPLOITATION MINIERE

MINE SOUTERRAINE

Titre	Mètres	Tonnes	Coût unitaire ($/m)	Coût total (mille $)
Rampe :	300	16 200	1 000	300
Galeries de découverte :				
- dans le minerai				
niveau 400	200	17 500	1 100	220
niveau 370	200	17 500	1 100	220
- dans l'éponte inférieure				
niveau 385	200	10 800	1 000	200
Travers-bancs dans le minerai :				
niveau 400	300	26 200	1 100	330
niveau 370	300	26 200	1 100	330
Rampes de chambre :				
niveau 385	450	24 300	1 000	450
Remblais :				
niveaux 370-400	180	1 900	600	108
À la surface	40	400	600	24
Montages de ventilation :				
niveaux 370-400	180	1 900	800	144
À la surface	40	400	800	32
Galeries diverses :	200	10 800	1 000	200
Forage de définition :	6 750	-	15	101
Sous-total				2 659
Honoraires d'entrepreneur et frais généraux			400	
Total de l'exploitation minière				3, 059

Exploitation minière

Les détails appuyant le coût en capital direct de l'exploitation minière sont illustrés au tableau IV selon les suppositions suivantes :

- les services d'un entrepreneur minier seraient retenus pour effectuer les travaux d'exploitation incluant le forage de définition souterraine;
- travaux divers sur les galeries d'environ 200 m de hauteur totale comprenant quelques travers-bancs de raccordement, les salles des pompes, les salles à manger, les poudrières, etc;
- les coûts d'hébergement du personnel de l'entrepreneur sont couverts par la réserve pour imprévus sur le capital total estimé;
- l'équipement souterrain mobile est fourni par Marshall.

Le coût indirect de l'exploitation minière est rajouté aux coûts directs illustrés au tableau IV. C'est une réserve pour les coûts de l'entrepreneur pour la mobilisation et la préparation, le personnel de maintenance et l'équipe de chargement de morts-terrains payés à l'heure, la surveillance générale, la construction et l'administration, les fournitures, etc.

Équipement minier

L'estimation des exigences relatives à l'équipement de la mine prévue et des coûts d'investissement sont illustrés dans la classification suivante. La réserve pour l'équipement divers est une réserve pour les compresseurs, les pompes, les installations de traitement des eaux naturelles, l'ambulance, les outils d'atelier, l'équipement de bureau, les mobiliers, l'équipement de sécurité, etc.

Équipement	Quantité	Coût unitaire (Mille $)	Coût total (Mille $)
Chargeuses à pelle TS 3.5	3	190	570
Camions à capacité maximale de 30 t	3	230	690
Jumbos à perçage unique	3	180	540
Tables élévatrices à ciseaux	2	70	140
Bulldozers D4	2	40	80
Véhicules utilitaires	2	16	32
Chargeur 3,5 m	1	300	300
Autobus pour 50 hommes	2	50	100
Camions d'autoroute	4	80	320
Divers			400
			33,172

Bâtiments et services

Les dépenses en capital relatives aux bâtiments et aux services, d'un montant de 1,3 millions de dollars, sont fondés sur le tableau III, avec les ajustements pour l'exclusion de la clôture périmétrique de la mine à ciel ouvert.

Travaux d'ingénierie

Le coût de 200 000 $ est fondé sur l'estimation effectuée par Roscoe Postle pour les travaux d'ingénierie et les plans de conception détaillés pour une mine à ciel ouvert. Selon Micon, les coûts de construction pour une mine souterraine se situent au même niveau.

Éventualités

En plus des éventualités normales, cette réserve couvre les coûts d'hébergement du personnel de l'entrepreneur et les roches concassées sur les petites aires de décharge superficielles y compris les installations de traitement pour l'écoulement des eaux superficielles acides.

Fonds de roulement

Les exigences relatives au fonds de roulement constituent une réserve pour le coût de la production commerciale des trois premiers mois d'exploitation (65 jours d'exploitation). Le fonds de roulement est de l'ordre de 2,1 millions de dollars en fonction d'une exploitation de 800 t/j et un coût d'exploitation unitaire de 41 $/t.

COUTS D'EXPLOITATION

Micon a effectué son évaluation du coût d'exploitation unitaire pour l'abattage par chambre remblayée de la façon suivante :

1 - le développement conceptuel et les dispositions d'abatage ont été fondés sur les plans et les sections des réserves fournis par Marshall et ses conseillers;

2 - une liste d'équipement a été établie en fonctions des données de productivité des fichiers de Micon;

3 - une liste de la main-d'oeuvre a permis d'établir des coûts à l'aide des échelles salariales en vigueur, avec des réserves types pour la prime de rendement et les frais généraux relatifs à la masse salariale;

4 - un programme des fournitures d'exploitation a été développé et son coût a été établi. Les fournitures relatives au forage, au dynamitage et aux boulonnage ont été évaluées séparément. Le coût des fournitures d'exploitation pour l'équipement mobile a été fondé sur les donnés des fichiers de Micon;

5 - un plan des exigences relatives au personnel a été établi et le coût des services techniques, administratifs et de surveillance sont fondés sur les niveaux de salaire types et les rapports des coûts salaire/fournitures. Une réserve pour les coûts relatifs à la protection de l'environnement est comprise dans cette catégorie.

6 - L'on estime que la gangue, adéquate pour le remplissage de chambre, doit être transportée à la surface, à un coût contractuel de 3 $ par tonne concassée. En supposant un facteur de gonflement de 60 pour cent, ce coût est de 1,80 $ par tonne de minerai exploité.

Les détails de l'évaluation du coût fondé sur ces procédures sont illustrés à l'annexe I. Les coûts totaux d'exploitation évalués à 41 $/t, comprennent les éléments ci-après.

	Coût d'exploitation ($/t)
Production	26,08
Exploitation	1,69
Remblai	1,80
Coût d'exploitation direct	29,57
Maintenance	1,01
Services techniques et administratifs	5,59
Environnement	0,50
Coût indirect sur place	7,10
Camionnage au concentrateur	4,33*
COÛT TOTAL D'EXPLOITATION	41,00

* Voir l'annexe.

Micon a comparé son évaluation de 28,78 $/t pour la production, l'exploitation et la maintenance avec les coût réels actuels pour certaines autres opérations généralement semblables. Un terrain d'entente satisfaisant a été trouvé.

POTENTIEL POUR UNE EXPLOITATION SUPPLÉMENTAIRE

Selon Micon, les analyses de coûts comparatifs présentées dans le présent rapport démontrent définitivement que les réserves actuelles démontrées par forage sur la propriété de Restigouche doivent faire appel à l'exploitation à ciel ouvert plutôt que souterraine.

Le gisement de Restigouche est en fond et la direction de la minéralisation semble rester la même. Les données de forages existantes sont insuffisantes pour déterminer le tonnage, le niveau et en particulier, la continuité et la distribution spatiale de la minéralisation supplémentaire à un niveau acceptable d'exploration commerciale. À cause du manque de données définitives, aucun plan d'exploitation n'a été élaboré par Marshall en vue de l'exploitation des réserves susceptibles d'exister dans cette région.

Le processus général de définition des réserves, de planifiaction de la mine et de l'analyse économique pour tout gisement minéral est composé immanquablement de plusieurs étapes. Il est de pratique courante dans ce domaine d'amorcer un développement commercial, lorsqu'une quantité satisfaisante de minerai a été découverte, de rendre son exploitation commercialement viable, à la condition que le développement ne compremette pas la récupération de minerai supplémentaire pouvant être représenté ultérieurement.

À l'heure actuelle, il est impossibble de déterminer la méthode d'exploitation la plus économique de l'extension verticale de Restigouche, en supposant que la présence de minerai dans l'extension ai été prouvée.

Si, toutefois, il est prouvé que l'exploitation souterraine des réserves est plus économique, Micon estime que l'existence d'un puits adjacent pourrait faciliter l'exploitation du minerai plutôt que d'y nuire. En particulier, l'exploitation souterraine de ces réserves peut être entrepris au fond de la carrière, évitant ainsi d'avoir recours à une rampe d'accès primaire de la surface.

De plus, même si les réserves en fond sont éventuellement exploitées par les méthodes souterraines, il ne sera pas nécessaire, selon Micon d'engager d'importantes dépenses en capital supplémentaires. Il n'est pas rare que l'exploitation souterraine fondée sur les réserves soit effectuée à contrat afin d'éviter d'engager une dépense en capital pour un équipement dont la durée de fonctionnement est supérieure à la durée des réserves. Bien que le propriétaire soit obligé de fournir certaines installations (notamment la ventilation) l'entrepreneur doit fournir tout l'équipement capital.

À la lumière de ces observations, Micon estime que l'exploitation des réserves actuelles déterminés par forage à Restigouche par exploitation à ciel ouvert n'épuisera pas les réserves supplémentaires dont l'existence peut être en définitive démontrée dans l'extension au fond du gisement.

CONCLUSION

La caractéristique principale du gisement de Restigouche repose sur le tonnage relativement faible d'un matériau à forte teneur. Dans ces circonstances, il est important d'extraire la plus grande quantité possible de la réserve in situ. Tous les autres points étant équivalents, les techniques à ciel ouvert sont donc favorisées puisque inévitablement, les résultats reliés à l'exploitation souterraine ont pour conséquence de perdre le minerai aux piliers de soutien.

Selon Micon, le coût d'exploitation de la réserve actuelle déterminée par forage indique qu'il est plus avantageux d'utiliser l'exploitation à ciel ouvert. Micon favorise donc l'exploitation à ciel ouvert de cette réserve pour des raisons techniques et économiques.

Puisque le gisement de Restigouche reste en fond, il est important de s'assurer que l'exploitation de la réserve déterminée par forage à ciel ouvert ne nuit pas à l'exploitation économique ultérieure de toute extension du gisement, au-delà des limites de la réserve actuelle prouvée par forage. Voici l'opinion que Micon émet à cet égard :

1 - la méthode la plus économique d'exploitation en fond ne peut être déterminée à l'heure actuelle. Il est tout de même possible que cette extension soit exploitée en tant qu'extension de la carrière initiale;

2 - L'existence d'une carrière adjacente faciliterait l'exploitation souterraine plutôt que d'y nuire puisque le développement pourrait être entrepris au fond de la carrière;

3 - Si l'extension en fond a une étendue limitée, mais qu'elle nécessite quand même une exploitation souterraine, elle pourrait être exploitée par contrat sans investissement d'un montant important de capital supplémentaire.

Pour ces raisons, Micon estime que l'exploitation des réserves n'entraînera pas l'épuisement des minerais se trouvant dans l'extension en fond au nord de la réserve actuellement définie. Si l'existence de ce minerai est prouvée, il pourrait quand même être exploité selon les techniques à ciel ouvert ou souterraines.

ANNEXE I

COUTS D'EXPLOITATION ESTIMATIFS

COUTS DE PRODUCTION

Main-d'oeuvre	Taux quotidien	Coût	
Mineurs expérimentés (8)	257	2 056	
Mineurs (16)	249	3 984	
Camionneurs souterrains (4)	185	740	
Remblayeuses (2)	185	370	
Opérateurs d'équipement (3)	150	450	
Préposé à l'entretien (1)	150	150	
Travailleur d'entrepôt (1)	150	150	
Concierge (1)	150	150	
	Total		8 050
Fournitures			
Explosion - Explosifs 480 kg à 5,01 $/kg		2 405	
Détonateurs 192 à raison de 2,51 $		482	
Divers à raison de 5 %		144	
			33 031
Forage : 213 m à raison de 4,92 $/m			1 048
Boulons d'ancrage : 168 m² à raison de 10,50 $			1 764
Fournitures d'exploitation [1] :			
Chargeuses à pelle (3 chargeuses à pelle pour 12 h à raison de 55 $/h)		1 980	
Camions (3 camions pour 12 h à raison de 55 $/h)		1 980	
Jumbos (3 jumbos pour 7 h à raison de 30 $/h)		630	
Tables élévatrices à ciseaux (2 tables pour 7 h à raison de 10 $/h)		140	
Bulldozers (2 bulldozers pour 7 h à raison de 55 $/h)		770	
LHC (1 LHC pour 18 h à raison de 55 $/h)		990	
Autre [2] : (4 pour 12 h à raison de 10 $/h)		480	
	Total		6 970
Total des coûts de fabrication			20 863
Coût/tonne			26,08 $

[1] Combustible, lubrifiants, pneus, pièces de rechange, etc.
[2] Autobus, camions utilitaires.

COUT E'EXPLOITATION

	Coût total
Explosifs (3,3 m à raison de 160 $/m)	528
Forage (3,3 m à raison de 250 $/m)	825
Total	1 353
Coût/mètre	410 $
Coût/tonne	1,69 $

* Main-d'oeuvre comprise dans le coût de production.

COUT DE MAINTENANCE

MAIN-D'OEUVRE

	Taux quotidien	Coût total
Chef mécanicien (1)	205	205
Mécanicien (2)	200	400
Électricien (1)	200	200
Total		805
Coût/tonne		1,01 $

* Fournitures comprises dans les coûts de fabrication.

SERVICES DE TECHNIQUES, ADMINISTRATIFS ET DE SURVEILLANCE

PERSONNEL :

	Taux quotidien	Coût total
Contremaître minier (1)	423	423
Travailleurs de quart (2)	272	544
Ingénieur minier (1)	363	363
Géologue (1)	302	302
Arpenteur (1)	242	242
Échantillonneur (1)	242	242
Surveillant de la sécurité (1)	272	272
Comptable (1)	272	272
Commis au pointage (1)	150	150
Secrétaire (1)	150	150
Garde de sécurité (3)	150	450
Total		3 410
Coût total, main-d'oeuvre comprise : rapport de fournitures de 70:30		4 871
Coût/tonne		6,09 $

* Le coût de réserve inclut une allocation de 0,50 $/t pour les coûts relatifs à la protection de l'environnement.

CAMIONNAGE DU MINERAI AU MOULIN

	Taux quotidien	Coût total
Main-d'oeuvre : 9 hommes	185	1 665
Fournitures		
Camions d'autoroute à charge maximale de 25 t (3 pour 20 h à 30 $/h)		1 800
Total		3 465
Coût/tonne		4,33 $

* Le coût pour le camionnage du minerai à l'usine de traitement indiqué à 4,33 $/t, est différent du coût à la mine à ciel ouvert de 5,40 $/t. La différence est attribuable à une redistribution des coûts de surveillance. Les évaluations ajustées de Roscoe Postle utilisées dans l'étude de carrière sont fondées sur la répartition des contremaîtres de quart et de la carrière entre la production et le camionnage du minerai. L'étude sur les coûts de l'exploitation souterraine attribue tous les coûts de surveillance à la surveillance et à la technique. Le coût des opérateurs de chargeur est attribué aux coûts de fabrication.

TAUX SALARIAL HORAIRE

(Total par jour)

	Salaire	Heures supplémentaires	Prime	Frais généraux	Total
Mineurs expérimentés	118	14	96	29	257
Mineurs	112	13	96	28	249
Camionneurs souterrains	104	12	48	21	185
Remblayeuses	104	12	48	21	185
Chef mécanicien	120	14	48	23	205
Mécanicien	116	13	48	23	200
Électricien	116	13	48	23	200
Préposé à l'entretien	104	12	16	18	150
Travailleur d'entrepôt	104	12	16	18	150
Opérateurs d'équipement	104	12	16	18	150
Concierge	104	12	16	18	150
Camionneurs de surface	104	12	48	21	185

TAUX SALARIAL

	$/j
Contremaître minier	423
Ingénieur minier	363
Géologue	302
Travailleurs de quart	272
Arpenteur	242
Échantillonneur	242
Surveillant de la sécurité	272
Comptable	272
Commis au pointage	150
Secrétaire	150
Garde de sécurité	150

* Même estimation que celle de Roscoe Postle, y compris 33 % de charges salariales.

GISEMENT DE RESTIGOUCHE

EXPLOITATION SOUTERRAINE - ESTIMATION DE LA MAIN-D'OEUVRE

	Jour	Après-midi	Nuit	Total
Services techniques et de surveillance				
Contremaître minier	1			1
Travailleurs de quart	1	1		2
Ingénieur minier	1			1
Géologue	1			1
Arpenteur	1			1
Échantillonneur	1			1
Surveillant de la sécurité	1			1
Comptable	1			1
Commis au pointage	1			1
Secrétaire	1			1
Garde de sécurité	1	1	1	1
Sous-total	11	2	1	14
Mine				
Mineurs expérimentés	4	4		8
Mineurs	8	8		16
Camionnage	2	2		4
Remblayeuses	—	2		2
Sous-total	14	16		30
Ateliers et services				
Chef mécanicien	1			1
Mécanicien	1	1		2
Électricien	1			1
Préposé à l'entretien	1	1		2
Travailleur d'entrepôt	1			1
Opérateur d'équipement	1	1	1	
Camionneurs	3	3	3	9
Concierge (vestiaire)	1	-	-	1
Sous-total	10	6	4	20
Total	35	24	5	64

ANNEXE B

RÉUNION PUBLIQUE - 6 JUILLET 1989

Le 6 juillet 1989, une réunion d'information publique concernant l'évaluation de l'impact de la propriété de Restigouche s'est tenue à Campbellton, au Nouveau-Brunswick. Cette réunion visait à identifier des groupes d'intérêt public dans la région, à les informer sur le développement projeté et à entendre leurs préoccupations au sujet du projet. Des avis annonçant la réunion ont été placés dans plusieurs journaux locaux pendant quelques jours avant la réunion. Certains groupes d'intérêt public ont été avisés de la réunion par téléphone avant la tenue de cette dernière. Ce sont les groupes suivants:

Fédération du saumon Atlantique

Conseil provincial sur la Fédération du saumon de l'Atlantique

North West Salmon Association

Restigouche Salmon Club

Nepisiquit Salmon Association

Nepisiquit Trout Protection Association

New Brunswick Outfitters Association

Fédération de la faune du Nouveau-Brunswick

New Brunswick Trappers Association

Restigouche Riparian Association

Conseil de la conservation du Nouveau-Brunswick

Fédération des naturalistes du Nouveau-Brunswick

Bande indienne d'Eel River

Bande indienne de Restigouche

Environ 15 à 20 personnes représentant certains des groupes mentionnés ci-dessus, ainsi que d'autres groupes d'intérêt, ont assisté à la réunion. Bien qu'une feuille de présence ait été fournie, ce ne sont pas toutes les personnes présentes qui y ont inscrit leur nom ou leur affiliation. La liste des personnes qui se sont identifiées se retrouve au tableau B1.

Suite à la présentation du résumé de l'étude de l'EIE et du développement minier proposé, environ 62 questions ont été posées par l'assistance. La plupart de ces questions traitaient des différents aspects environnementaux du développement minier projeté. Parmi les autres sujets abordés, on retrouvait l'emploi (c.-à-d. le nombre des effectifs ainsi que leur provenance) et la demande de renseignements sur Marshall Minerals Corps. Le tableau B2 renferme les questions posées à la réunion. Sous chaque question se trouve la réponse donnée ou la section du rapport qui traite de la préoccupation soulevée.

TABLEAU B1
Liste partielle des participants à la réunion
publique tenue à Campbellton le 6 juillet 1989

James T. Ryan	NWSA, président
E. St-Pierre	NWSA, vice-président
Jean C. Thibodeau	NWSA, administrateur
Bill Clarke	Tribune de Campbellton
Michel Sprague	Environnement Nouveau-Brunswick
Vaclav Kresta	Environnement Nouveau-Brunswick
Yvette Bourgoin	Chambre de commerce, Campbellton
Michel Gaudreau	Environnement Vert-Plus, Québec
Donald Dickie	N.B. Trapper Assoc., Vice-président
Don McKay	Telegraph Journal
William Murray	Restigouche Riparian Assoc.
Bob Butler	MRNE
Louis Arsenault	NTPA

TABLEAU B2

La liste qui suit renferme les questions posées à la réunion. Sous chaque question se trouve la réponse donnée ou la section du rapport qui traite de la préoccupation soulevée.

---

1. Quels sont les antécédents de Marshall en ce qui a trait à l'exploitation minière?

   - Voir la section 2.1.

2. Qui est l'actionnaire principal?

   - Voir la section 2.1.

3. Le déroutement des voies de transport et les effets possibles que cela entraînerait sur les cours d'eau avoisinants vont-ils être abordés dans l'EIE?

   - Voir la section 3.3.2.

4. Les voies d'accès seront-elles ouvertes aux chasseurs et aux pêcheurs ou l'accès à ces voies sera-t-il limité?

   - Voir la section 3.3.2.

5. Une fois la carrière terminée, quelles dimensions et quelle profondeur aura-t-elle? La carrière constituera-t-elle un danger pour les personnes peu familières avec la région?

   - Voir les sections 3.1 et 3.4.

6. Quelle sera la qualité finale de l'eau dans la carrière? L'étang sera-t-il stagnant ou s'y produira-t-il un certain écoulement?

   - Voir la section 7.1.

7. Pourquoi le site ne peut-il pas retrouver son aspect antérieur?

   - Cela n'est pas nécessaire puisque les déchets sont inertes. De plus, cela s'avérerait trop onéreux (section 2.4.4).

8. Quelle est la production prévue de minerai tiré de cette carrière?

   - Voir les sections 2.2.2 et 3.1.

9. Devra-t-on entreprendre une autre étude concernant une exploitation souterraine?

   - Voir la section 2.4.1.

10. Combien créera-t-on d'emplois locaux?

   - Voir les sections 3.1, 3.5.4 et 6.6.1.

11. Les emplois locaux iront-ils aux résidents de Campbellton ou à ceux de Bathurst?

   - Les emplois vacants seront annoncés dans toutes les communautés de la région immédiate.

12. Le bureau local se trouvera-t-il à Bathurst ou à Campbellton?

   - Bien qu'aucune décision finale n'ait été prise, il est fort probable que le bureau local se situera à Bathurst.

13. Décrivez le drainage du ruisseau Charlotte (milieu récepteur).

   - Voir la section 4.2.1.

14. Les effets de la pyrite à la mine Brunswick sont bien connus. De quelle façon contrôlerez-vous le drainage des effluents acides dans le cas présent?

   - Voir la section 3.2.

15. Aura-t-on les résultats du projet-pilote du bassin à Caribou avant le début de l'exploitation minière?

   - Non, le projet-pilote du bassin ne sera pas terminé avant le début de l'exploitation minière.

16. Pourquoi ce gisement n'a-t-il pas été développé par d'autres sociétés auparavant?

   - Un bref historique décrivant la taille des compagnies, le prix des matières premières et la proximité d'une usine de traitement existante a été donné.

17. Quelle est la distance par voie terrestre de Restigouche à Caribou?

   - Voir la section 2.3.2.

18. Quels sont les risques de fractures dans les roches et d'écoulement de l'eau contaminée à partir de la carrière?

    - Voir la section 2.2.2.

19. Quelle est la taille des bassins de sédimentation et quel est leur temps de séjour?

    - Voir la section 3.2.3.

20. Le minerai sera-il déposé en tas? De quelle façon sera-t-il entreposé?

    - Voir les sections 3.1 et 3.2.2.

21. Quelle sera la dimension des particules de minerai? Le site sera-t-il doté d'un concasseur?

    - Voir la section 3.1.

22. A-t-on trouvé des signes de la présence naturelle d'arsenic?

    - Voir la section 2.2.2.

23. Une fois l'exploitation minière terminée, que se passera-t-il si la carrière remplie d'eau devient contaminée?

    - Voir la section 7.1.

24. Serait-il possible de combler la carrière?

    - Voir la section 2.4.4.

25. Trouve-t-on d'autres gisements dans la région?

    - Oui, d'autres gisements se trouvent dans la région.

26. Quelle est la distance en ligne droite de Restigouche à NovaGold ? Existe-t-il des similitudes entre les propriétés en ce qui a trait à la géologie, à la manipulation du minerai, au traitement des déchets?

    - La propriété NovaGold Murray Brook se trouve à moins de 10 km. Les détails concernant le développement minier de NovaGold ne sont pas encore connus.

27. À quelle distance du lac la carrière se trouve-t-elle?

- La carrière proposée se trouve à quatre kilomètres du lac Upsalquitch.

28. Combien de temps prendra l'étude de l'EIE?

- L'EIE devrait être terminée d'ici le printemps 1990 (section 3.1.1).

29. L'exploitation minière se fera-t-elle en continu?

- Oui, la mine fonctionnera toute l'année.

30. Un couvert en terre serait-il plus efficace qu'un couvert d'eau pour recouvrir les déchets stériles producteurs d'acides?

- Voir les sections 2.4.4 et 7.1.

31. J'ai des préoccupations quant aux dimensions des bassins de sédimentation, des bassins de traitement et du temps de séjour.

- Voir la section 3.2.3.

32. Existent-ils des similitudes entre ce projet et le Brunswick no 6 en ce qui a trait aux bassins de sédimentation, au procédé de traitement, etc.?

- Oui, il existe en général des similitudes entre les deux installations. Elles ne sont cependant pas identiques.

33. J'aimerais attirer l'attention sur le fait qu'il y a maintenant une, deux et vraisemblablement trois mines possibles dans le bassin hydrographique de la rivière Upsalquitch sud-est, et que l'effet cumultif des déchets pourrait être trop important pour la rivère.

- Voir la section 6.7.1.

34. Quelques spéculations sur les effets cumulatifs de l'exploitation sur les pêches de la rivière Nepisiguit. Il semble que le risque soit grand pour un profit à court terme - prenez Little River par exemple.

- Une nouvelle législation empêchera de tels incidents, comme cela s'est produit à Little River.

35. Malgré les énormes profits réalisés récemment par Bathurst Mines, cette dernière fait peu d'effort pour combattre la pollution. Pourquoi ne pas offrir une garantie écrite à tous les groupes d'utilisateurs stipulant qu'au moindre signe de pollution les opérations minières seraient interrompues jusqu'à ce que le problème soit résolu? l'entreprise pourrait signer un énoncé de bonne volonté.

- Nous ne sommes pas autorisés par l'entreprise à approuver une telle demande; nous attirerons toutefois son attention sur cette question.

36. L'entreprise placera-t-elle un bon de garantie pour s'assurer contre les dommages causés à l'environnement?

- Oui, il y a en fait deux bons qui devraient être émis à l'égard de la propriété.

37. Les sédiments provenant des routes nuisent à la pêche. Jusqu'à quel point ce problème sera-t-il abordé en ce qui a trait au camionnage?

- La route qui servira au camionnage ne traversera aucun cours d'eau (section 3.3.2).

38. Les camions seront-ils recouverts?

- Non, ce n'est pas la pratique courante que de couvrir les camions transportant le minerai.

39. La poussière provenant du forage est-elle productrice d'acides ? De quelle façon cela sera-t-il abordé?

- Voir la section 5.1.

40. Le système de traitement sera-t-il mis en place avant de trouver de la roche productrice d'acides?

- Voir la section 3.2.3.

41. Quelle est l'épaisseur de la couche de déchets stériles productrice d'acides?

- Voir la section 3.1.

42. De quelle façon la pile de déchets stériles inertes réagira-t-elle aux pluies acides?

- Voir la section 3.2.1.

43. Décrivez la façon dont les étangs et les aires de vidage seront recouverts?

- Voir la section 3.2.3.

44. Mettrez-vous sur pied un plan de surveillance pour les poissons et les invertébrés dans les cours d'eau?

- Voir les sections 4.2.3 et 8.3.

45. Il serait important que l'entreprise produise une lettre de bonne volonté. Caribou a déjà fourni une telle lettre, pourquoi votre entreprise n'en ferait-elle pas autant?

- Nous informerons l'entreprise de cette demande.

46. Durant combien de temps l'entreprise sera-t-elle responsable de la propriété une fois l'exploitation terminée?

- Voir la section 7.1.

47. Y a-t-il le moindre risque d'infiltration à travers le soubassement à partir de la carrière?

- Voir la section 2.2.2.

48. Depuis quand les études sur le site ont-elles été entreprises?

- Un programme d'échantillonnage est en cours sur le site depuis 1988.

49. Quel genre de relations l'entreprise et le MAME entretiennent-ils?

- Marshall et le MAME travaillent actuellement de concert afin de développer ce projet.

50. Quel sera le rythme de surveillance des poissons et des invertébrés?

- Voir la section 8.3.

51. Les données concernant la pêche à l'électricité seront-elles accessibles aux groupes d'utilisateurs?

- Ces renseignements se trouvent au tableau 4.9 (section 4.2.3.1).

52. Si un camion est impliqué dans un accident, qu'adviendrait-il du minerai?

- Voir la section 6.4.2.

53. Se pourrait-il que la carrière puisse un jour fournir un habitat aux poissons?

- Voir la section 7.1.2.

54. La mine sera-t-elle développée par Marshall ou par un autre groupe indépendant? Qui sera responsable en cas de dommages causés à l'environnement?

- Voir la section 3.5.1.

55. Que se passe-t-il si Caribou ferme dans deux ans?

- Voir la section 2.4.2 et 3.0.

56. Si la décision d'exploiter la mine par une méthode souterraine est prise, de quelle façon les déchets stériles producteurs d'acides seront-ils manipulés?

- Voir la section 2.4.1.1.

57. Nous tenons à aviser l'entreprise que la NTPA n'émet aucune objection à la venue d'une exploitation minière pourvu que cela soit fait de façon responsable.

- Marshall a effectué cette EIE afin de déterminer la méthode qui offrirait la plus grande sécurité quant à la protection de l'environnement tout en étant la plus économique (section 2.4).

58. Qu'arrivera-t-il aux arbres qui se trouvent sur le site?

- Voir les sections 5.1.1 et 7.2.

59. Trouve-t-on des ravages pour les chevreuils ou les orignaux dans la région, ou des espèces rares ou uniques de plantes ou d'animaux?

- Voir la section 4.1.1.

60. Peut-on avoir accès aux différents renseignements concernant le rendement des actions de l'entreprise, le registre de l'entreprise, etc.?

- Voir la section 2.1.

61. Quel est l'historique minier de l'entreprise ? Est-ce la première mine qu'elle exploite?

- Voir la section 2.1.

62. Combien d'employés l'entreprise compte-t-elle? Où se trouve son siège social? Quelle est la situation de l'entreprise? Quelle est sa marge brute d'autofinancement?

- Des renseignements sur l'entreprise seront envoyés à toutes les parties présentes intéressées.

ANNEXE C

ESSAIS DE PRODUCTION D'ACIDES

No du rapport : PCAS /89/124 **Date : Le 20 juillet 1989**

No du dossier : 04000384/0490 **Page 1 de 3**

À : Westall & Associates
Bureau 207,
8, rue King E.
Toronto (Ontario)
M5C 1B5
À l'attention de MM. Neil Westall et Jim Burns

Analyse des déchets stériles pour les possibilités de production d'acide.

La technique analytique suivie était celle de BC Research que nous avions précédemment obtenue d'elle. La section "analyse" de la page six décrit le processus analytique. On peut lire à la ligne deux "Nous recommandons l'utilisation du four Leco, bien qu'une technique d'oxydation chimique suivie d'une précipitation du sulfate de baryum est satisfaisante". RPC a suivi le processus recommandant l'utilisation du four Leco pour l'analyse des sulfures. Ces renseignements répondent à la demande que vous avez formulée dans votre lettre du 19 juin 1989. Les résultats sont indiqués ci-dessous.

No de l'échantillon	% S	A Production théorique d'acide lb/t	B Acide consommé lb/t	A-B	Producteur théorique d'acide
19401	0,04	2,45	16,95	-14,50	Non
19402	0,05	3,06	30,87	-27,81	Non
19403	0,33	20,19	12,64	+7,55	Oui
19404	0,46	28,14	37,34	-9,20	Non
19405	0,15	9,18	23,57	-14,39	Non
19406	0,07	4,28	12,05	-7,77	Non
19407	0,21	12,85	35,57	-22,72	Non
19408	0,30	18,35	35,57	-17,22	Non
19409	0,04	2,45	32,05	-29,60	Non
19410	0,15	9,18	26,26	-17,08	Non
19411	0,08	4,89	27,63	-22,74	Non
19412	0,06	3,67	46,06	-42,39	Non
19413	0,26	15,91	50,18	-34,27	Non
19414	0,25	15,30	62,92	-47,62	Non
19415	0,19	11,62	104,47	-92,85	Non
19416	0,21	12,85	45,77	-32,92	Non
19417	0,10	6,12	85,46	-79,34	Non
19418	0,10	6,12	51,84	-45,72	Non
19419	0,15	9,18	28,91	-19,73	Non

TO: Westall & Associates

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A - B	Theoretical Acid Producer
19420	0.04	2.45	22.10	-19.65	No
19421	0.01	0.61	23.62	-23.01	No
19422	0.01	0.61	53.31	-52.70	No
19423	0.22	13.46	55.37	-41.91	No
19424	0.20	12.24	121.91	-109.67	No
19425	0.10	6.12	217.71	-211.59	No
19426	1.03	63.02	316.93	-253.91	No
19427	2.94	179.87	67.52	+112.35	Yes
19428	3.45	211.07	59.88	+151.19	Yes
19429	0.10	6.12	23.42	-17.30	No
19430	0.14	8.57	15.73	-7.16	No
19431	0.55	33.65	39.20	-5.55	No
19432	1.26	77.09	182.48	-105.39	No
19433	0.05	3.06	20.48	-17.42	No
19434	0.02	1.22	15.09	-13.87	No
19435	0.10	6.12	31.85	-25.73	No
19436	0.09	5.51	40.47	-34.96	No
19437	0.16	9.79	39.91	-30.12	No
19438	0.04	2.45	34.30	-31.85	No
19439	0.48	29.37	111.72	-82.35	No
19440	1.77	108.29	83.55	+24.74	Yes
19441	0.47	28.75	57.62	-28.87	No
19442	0.53	32.43	51.16	-18.73	No
1401	9.06	554.29	41.65	+512.64	Yes
1402	7.81	477.82	51.84	+425.98	Yes
1403	2.09	127.87	46.84	+81.03	Yes
1404	1.86	113.79	17.74	+96.05	Yes
1405	2.26	138.27	36.90	+101.37	Yes
1406	2.43	148.67	21.95	+126.72	Yes
1407	4.13	252.67	30.09	+222.58	Yes
1408	4.36	266.74	29.20	+237.54	Yes
1409	8.45	516.97	20.78	+496.19	Yes
1410	3.62	221.47	17.10	+204.37	Yes
1411	1.87	114.41	25.77	+88.64	Yes
1412	3.50	214.13	9.02	+205.11	Yes
1413	2.19	133.98	10.29	+123.69	Yes

TO: Westall & Associates

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A - B	Theoretical Acid Producer
1414	1.21	74.03	17.84	+56.19	Yes
1415	3.44	210.46	21.07	+189.39	Yes
1416	4.01	245.33	18.52	+226.81	Yes
1417	1.96	119.91	12.05	+107.86	Yes
1418	3.67	224.53	5.68	+218.85	Yes
1419	4.92	301.01	8.43	+292.58	Yes
1420	4.17	255.12	11.66	+243.46	Yes
1421	2.54	155.40	317.52	-162.12	No
1422	2.36	144.38	52.53	+91.85	Yes
1423	2.75	168.25	29.01	+139.24	Yes
1424	3.90	238.60	19.80	+218.80	Yes
1425	3.76	230.04	58.56	+171.48	Yes
1426	3.76	230.04	81.93	+148.11	Yes
1427	4.06	248.39	96.53	+151.86	Yes
1428	3.99	244.11	14.01	+230.10	Yes
1429	3.25	198.84	10.68	+188.16	Yes
1430	2.13	130.31	26.81	+103.50	Yes
1431	1.85	113.18	170.13	-56.95	No
1432	2.34	143.16	95.26	+47.90	Yes

F. E. Campbell
Analytical Chemist

Dr. I. J. I. Delaney
Manager
Analytical Services

/smw

rpc

REPORT NUMBER: PCAS/89/295 DATE: November 7, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0722

PCAS CODES: 722-1, - 722-22

TO: Neill Westall & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neill Westall & Jim Burns

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19948	0.002	0.122	10.78	-10.66	NO
19949	3.10	189.7	5.59	18.41	YES
19950	3.75	229.4	13.72	215.7	YES
19951	4.22	258.2	65.37	192.8	YES
19952	3.45	211.1	10.98	200.12	YES
19953	3.80	232.5	33.81	198.7	YES
19954	2.20	134.6	29.79	104.8	YES
19955	1.85	113.2	41.94	71.26	YES
19956	3.80	232.5	7.15	225.3	YES
19957	3.60	220.2	41.85	178.3	YES

Remarks:

I. J. D. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PCAS/89/295 DATE: November 7, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0722

PCAS CODES: 722-1, - 722-22

TO: Neill Westall & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neill Westall & Jim Burns

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19958	2.30	140.7	52.92	87.78	YES
19959	2.00	122.4	29.89	92.51	YES
19960	3.00	183.5	50.76	132.7	YES
19961	3.10	189.7	51.16	138.5	YES
19962	1.00	61.18	53.70	7.48	YES
19963	1.50	91.77	46.26	45.51	YES
19964	2.40	146.8	52.63	94.17	YES
19965	1.50	91.77	69.48	22.29	YES
19966	1.00	61.18	46.84	14.34	YES
19967	2.00	122.4	55.17	67.23	YES
19968	1.60	97.89	63.11	34.78	YES
19969	1.80	110.1	65.76	44.34	YES

Remarks:

I. J. I. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

C. D. Desjardins

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PC/89/361 DATE: December 1, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0743

PCAS CODES:

TO: Neil Westoll & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neil Westoll

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No. Cores	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19637	0.12	7.34	29.79	-22.45	NO
19638	0.10	6.12	28.71	-22.59	NO
19639	0.14	8.56	9.80	-1.24	NO
19640	0.06	3.67	15.78	-12.11	NO
19641	0.10	6.12	28.32	-22.20	NO
19642	0.22	13.46	38.71	-25.25	NO
19643	0.01	0.61	40.96	-40.35	NO
19644	0.03	1.83	39.40	-37.57	NO
19645	0.04	2.45	53.02	-50.57	NO
19646	0.15	9.18	53.12	-43.94	NO

Remarks:

I. J. I. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PC/89/361 DATE: December 1, 1989

JOB NUMBER: 04000**384/0743**

PCAS CODES:

TO: Neil Westoll & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neil Westoll

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19647	1.03	63.01	44.39	18.62	YES
19648	0.10	6.12	33.32	-27.2	NO
19649	0.16	9.79	30.18	-20.39	NO
19650	0.13	7.95	30.28	-22.33	NO
19651	0.24	14.68	23.03	-8.35	NO
19970	0.85	52.00	14.11	37.89	YES
19971	2.02	123.6	17.84	105.8	YES
19972	3.21	196.4	18.52	177.8	YES
19973	1.69	103.4	68.21	35.19	YES

Remarks:

I. J. I. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PC/89/361 DATE: December 1, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0743

PCAS CODES:

TO: Neil Westoll & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neil Westoll

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No. Cores	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19974	0.64	39.15	215.3	-176.2	NO
19975	0.17	10.40	102.4	-92.0	NO
19976	0.06	36.71	170.1	-133.4	NO
19977	0.07	4.28	101.8	-97.5	NO
19978	2.34	143.2	28.62	114.6	YES
19979	1.73	105.8	39.30	66.5	YES
19980	2.79	170.7	14.01	156.7	YES
19981	2.65	162.1	19.31	142.8	YES
19982	1.77	108.3	24.21	84.1	YES
19983	3.11	190.3	12.15	178.2	YES

Remarks:

I. J. I. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PC/89/361 DATE: December 1, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0743

PCAS CODES:

TO: Neil Westoll & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neil Westoll

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19984	1.47	89.93	18.91	71.02	YES
19985	1.67	102.2	13.43	88.77	YES
19986	1.76	107.7	23.91	83.79	YES
19987	1.28	78.3	28.32	49.98	YES
19988	0.34	20.80	29.69	-8.89	NO
19989	0.14	8.56	32.73	-24.17	NO
19990	0.15	9.18	25.97	-16.79	NO
19991	0.17	10.40	32.73	-22.33	NO
19992	0.08	4.89	85.46	-80.57	NO
19993	0.11	6.73	47.04	-40.31	NO

Remarks:

I. J. I. Delaney

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

REPORT NUMBER: PC/89/361 DATE: December 1, 1989

JOB NUMBER: 04000384/0743

PCAS CODES:

TO: Neil Westoll & Associates
Suite 207
8 King Street E.
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Attn: Neil Westoll

Analysis of Waste Rock for Acid Producing Potential

Sample No.	% S	A Theoretical Acid Production lb/ton	B Acid Consumed lb/ton	A-B #4	Theor. Acid Producer
19994	0.06	3.67	49.98	-46.31	NO
19995	0.10	6.12	25.68	-19.56	NO
19996	0.14	8.56	40.08	-31.22	NO
19997	0.03	1.83	32.44	-30.61	NO
19998	0.04	2.45	24.50	-22.05	NO
19999	0.11	6.73	30.67	-23.94	NO

Remarks:

Dr. I. J. I. Delaney
Manager, Analytical Services

Dr. C. D. Desjardins
Head, Process Chemistry Department

rpc

ACID GENERATION TESTS

Key to Samples

Sample No.	Drill Hole No.	Sample Location (Metres)
(Report PCAS/89/124)		
19401	MM-88-12	5 - 10
19402	"	10 - 15
19403	"	15 - 20
19404	"	20 - 25
19405	"	25 - 30
19406	"	30 - 35
19407	"	35 - 39.4
19408	"	39.4 - 45
19409	"	45 - 50
19410	"	50 - 55
19411	"	55 - 59.6
19412	"	59.6 - 65
19413	"	65 - 70
19414	"	70 - 75
19415	"	75 - 80
19416	"	80 - 85
19417	"	85 - 90
19418	"	90 - 96.12
19419	"	96.12 - 96.8
19420	MM-88-19	4.5 - 10
19421	"	10 - 15
19422	"	15 - 20
19423	"	20 - 25
19424	"	25 - 30
19425	"	30 - 35
19426	"	35 - 40
19427	"	40 - 47.45
19428	"	47.45 - 49.95

Acid Generation Tests
Key to Samples (continued)

Sample No.	Drill Hole No.	Sample Location (Metres)
19429	MM-88-41	4.9 - 10
19430	"	10 - 15
19431	"	15 - 20
19432	"	20 - 25.9
19433	"	25.9 - 30
19434	"	30 - 35
19435	"	35 - 40
19436	"	40 - 45
19437	"	45 - 50
19438	"	50 - 55
19439	"	55 - 60
19440	"	60 - 66.95
19441	"	66.95 - 70
19442	"	70 - 76
1401	MM-88-12	109.3 - 113.8
1402	"	113.8 - 118.3
1403	MM-88-19	49.95 - 55.95
1404	"	55.95 - 60.95
1405	"	60.95 - 66.95
1406	MM-88-41	76.0 - 80.75
1407	"	80.75 - 87.0
1408	"	87.0 - 93.0
1409	MM-88-57	5.2 - 10.5
1410	"	10.5 - 16.5
1411	"	16.5 - 22.5
1412	"	22.5 - 28.5
1413	"	28.5 - 34.5
1414	"	34.5 - 40.5
1415	"	40.5 - 46.5
1416	"	46.5 - 52.5
1417	"	52.5 - 58.4

Sample No.	Drill Hole No.	Sample Location (Metres)
1408	MM-88-22	14.1 - 18.6
1409	"	18.6 - 23.1
1420	"	23.1 - 26.5
1421	"	26.5 - 30.5
1422	"	30.5 - 35.0
1423	"	35.0 - 39.5
1424	"	39.5 - 43.45
1425	MM-88-75	5.0 - 10.5
1426	"	10.5 - 15.0
1427	"	15.0 - 19.0
1428	MM-89-98	7.55 - 12.0
1429	"	12.0 - 16.5
1430	"	16.5 - 21.0
1431	"	21.0 - 25.5
1432	"	25.5 - 30.55

(Report PCAS/89/295)

19948	MM-88-23	8.5 - 10.5
19949	"	10.5 - 15.0
19950	"	15.0 - 18.0
19951	"	18.0 - 21.8
19952	"	21.8 - 25.5
19953	"	25.5 - 30.0
19954	"	30.0 - 34.5
19955	"	34.5 - 39.0
19956	MM-88-25	4.0 - 9.0
19957	"	9.0 - 15.0
19958	"	15.0 - 19.5
19959	"	19.5 - 24.0
19960	"	24.0 - 28.5
19961	"	28.5 - 34.5
19962	"	34.5 - 39.0

Sample No.	Drill Hole No.	Sample Location (Metres)
19963	MM-88-28	6.0 - 12.0
19964	"	12.0 - 17.0
19965	"	17.0 - 21.0
19966	"	21.0 - 25.5
19967	MM-88-29	7.0 - 12.0
19968	"	12.0 - 16.5
19969	"	16.5 - 21.0

(Report PC/89/361)

19637	MM-89-115	1.8 - 4.9
19638	"	4.9 - 7.9
19639	"	7.9 - 10.9
19640	"	10.9 - 13.9
19641	"	13.9 - 16.9
19642	"	16.9 - 19.9
19643	"	19.9 - 22.9
19644	"	22.9 - 25.9
19645	"	25.9 - 30.2
19646	"	30.2 - 31.9
19647	"	31.9 - 34.9
19648	"	34.9 - 37.9
19649	"	37.9 - 40.9
19650	"	40.9 - 43.9
19651	"	43.9 - 45.9
19970	MM-89-112	5.48 - 7.9
19971	"	7.9 - 10.9
19972	"	10.9 - 13.9
19973	"	13.9 - 15.6
19974	"	15.6 - 17.3
19975	"	17.3 - 18.4
19976	"	18.4 - 22.35
19977	"	22.35 - 24.0

Sample No.	Drill Hole No.	Sample Location (Metres)
19978	MM-89-113	3.66 - 4.9
19979	"	4.9 - 7.9
19980	"	7.9 - 10.9
19981	"	10.9 - 13.9
19982	"	13.9 - 16.9
19983	"	16.9 - 19.9
19984	"	19.9 - 22.9
19985	"	22.9 - 25.9
19986	"	25.9 - 28.9
19987	"	28.9 - 31.9
19788	MM-89-114	3.66 - 4.9
19789	"	4.9 - 7.9
19790	"	7.9 - 10.9
19791	"	10.9 - 13.9
19792	"	13.9 - 16.9
19793	"	16.9 - 19.9
19794	"	19.9 - 22.9
19795	"	22.9 - 25.9
19796	"	25.9 - 28.9
19797	"	28.9 - 31.9
19798	"	31.9 - 34.9
19799	"	34.9 - 36.9

ANNEXE D

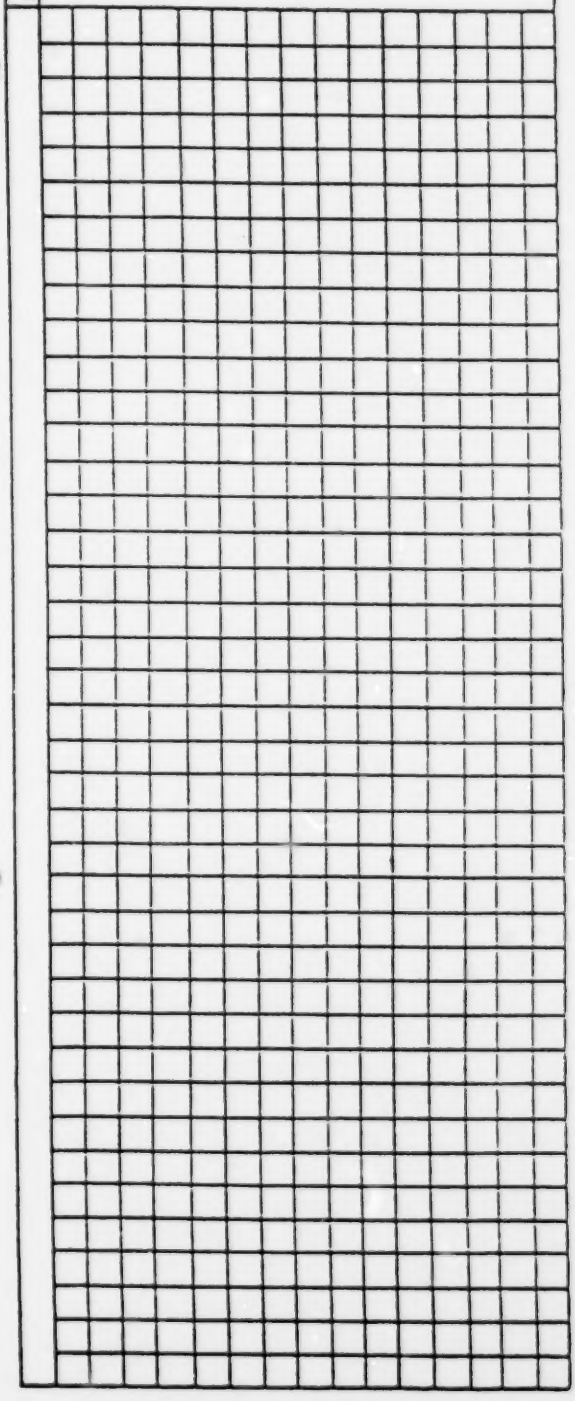
REGISTRE DE PUITS DE RECHERCHE ET ESSAIS SUR ÉCHANTILLONS DE SOL

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 1
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Brown silty SAND, some gravel, numerous roots	0.22	
	1	G			Brown clayey silty SAND & GRAVEL some cobbles and boulders	0.61	
					BEDROCK Fracture spacing very close - very weak		
1							
	2	G			Fracture spacing & strength increase with depth		
2							
	3	G				2.59	
					End of Test Pit at 2.59 m Groundwater table not encountered		
3							
4							



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 2
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			Grey silty SAND & GRAVEL -numerous roots	0.15	
	2	G			Brown silty SAND & GRAVEL -numerous roots	0.30	
	3	G			BEDROCK joint spacing 1"± moderate strength	0.61	
					End of Test Pit at 0.61 m Groundwater table not encountered		
1							
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP3
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m
0	1	G			Brown clayey silty SAND -some gravel & roots	0.22
1					Brown silty SAND & GRAVEL, numerous cobbles, some boulders and small amount of clay	1.22
	2	G			Brown clayey silty SAND & GRAVEL, numerous cobbles & boulders	1.98
2					End of Test Pit on bedrock at 1.98 m Groundwater table encountered at 1.83 m	
3						
4						

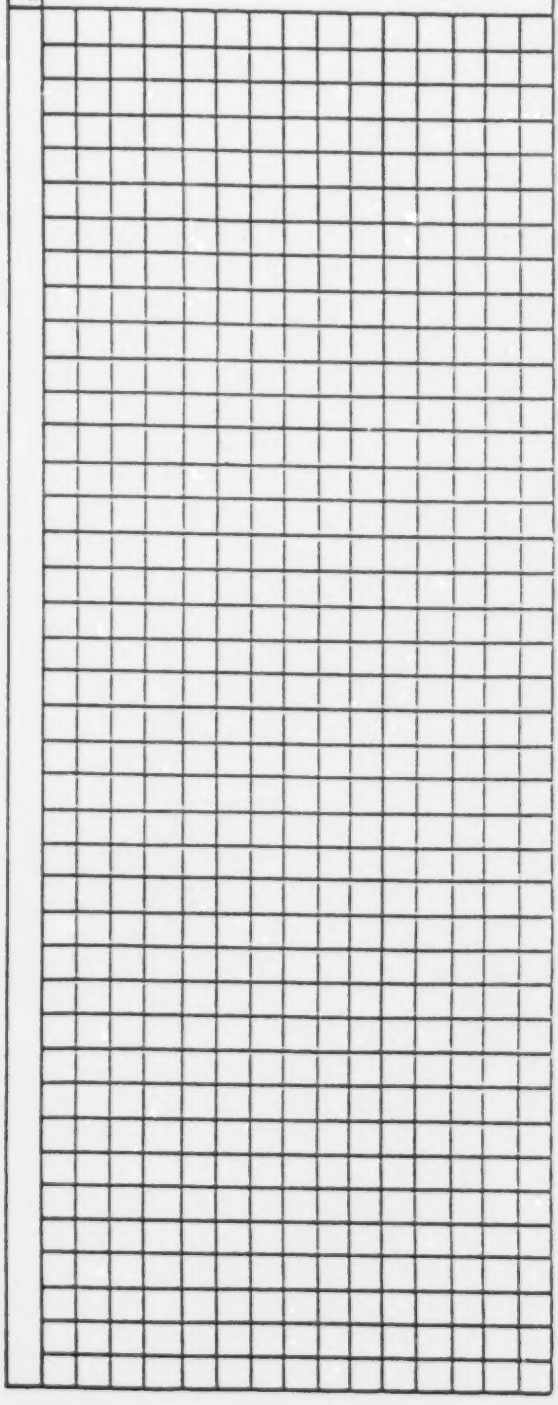
WATER

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 4
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Brown silty SAND with gravel, numerous roots	0.21	
	1	G			Brown silty SAND & GRAVEL, some clay	0.61	
					BEDROCK	0.79	
1					End of Test Pit at 0.79 m Groundwater table not encountered.		
2							
3							
4							

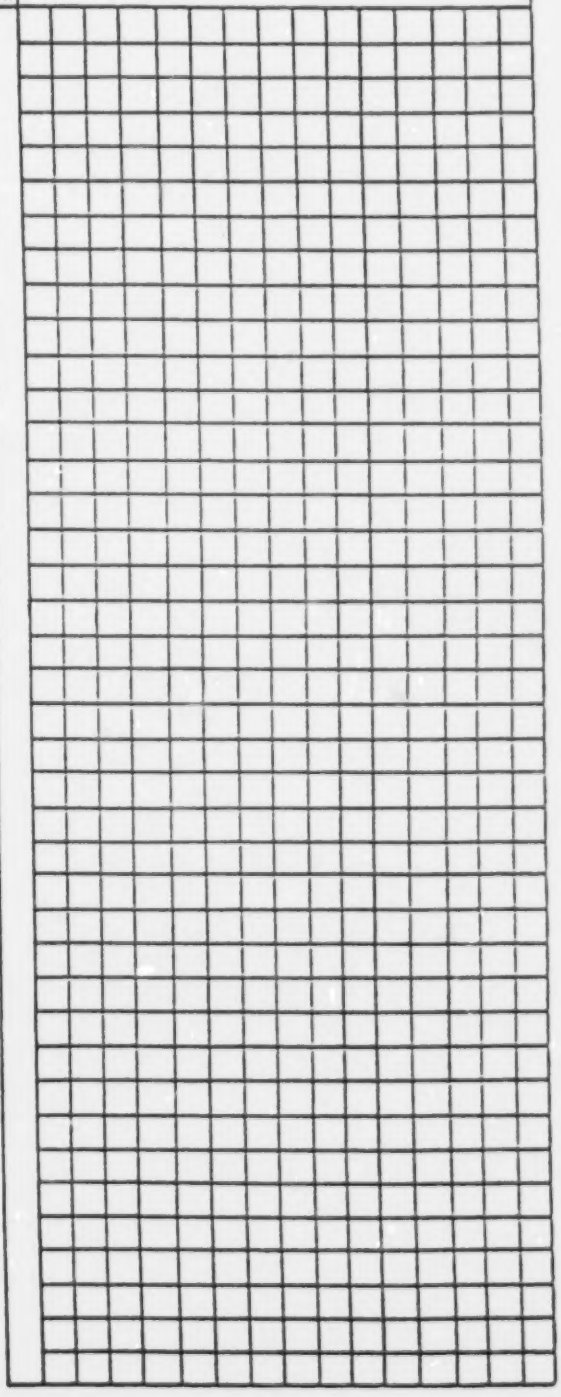


GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 5
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			100 mm brown TOPSOIL grey to brown silty SAND some gravel-numerous roots	0.30	
	2	G			BEDROCK joint spacing very close -moderate to strong	0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 6
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown organic sandy SILT-numerous roots	0.31	
	1	G			Brown clayey silty SAND and GRAVEL		
1					-cobbles as depth increases		
2							
3					End of Test Pit at 3.66 m.		
	2	G				3.66	
4					Water seeping from sides of excavation at 0.9 m probably from ponded water		

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 7
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Brown silty SAND and GRAVEL-organic matter in top 200 mm		
						0.31	
					BEDROCK		
						0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 8
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Brown silty SAND & GRAVEL-numerous roots	0.24	
					BEDROCK	0.76	
1					End of Test Pit at 0.76 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 9
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown silty SAND & GRAVEL		
						0.37	
					BEDROCK		
	1	G			joint spacing very close -to close-moderate to strong		
						0.79	
1					End of Test Pit at 0.79 m		
					Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 10
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m
0					Brown silty SAND & GRAVEL organic matter in top 150 mm	0.25
	1	G			Brown SAND & GRAVEL -numerous cobbles -small amount of clay	0.61
	2	G			BEDROCK -joint spacing very close to close - moderate to strong	0.91
1					End of Test Pit at 0.91 m	
2						
3						
4						

WATER

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 11
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

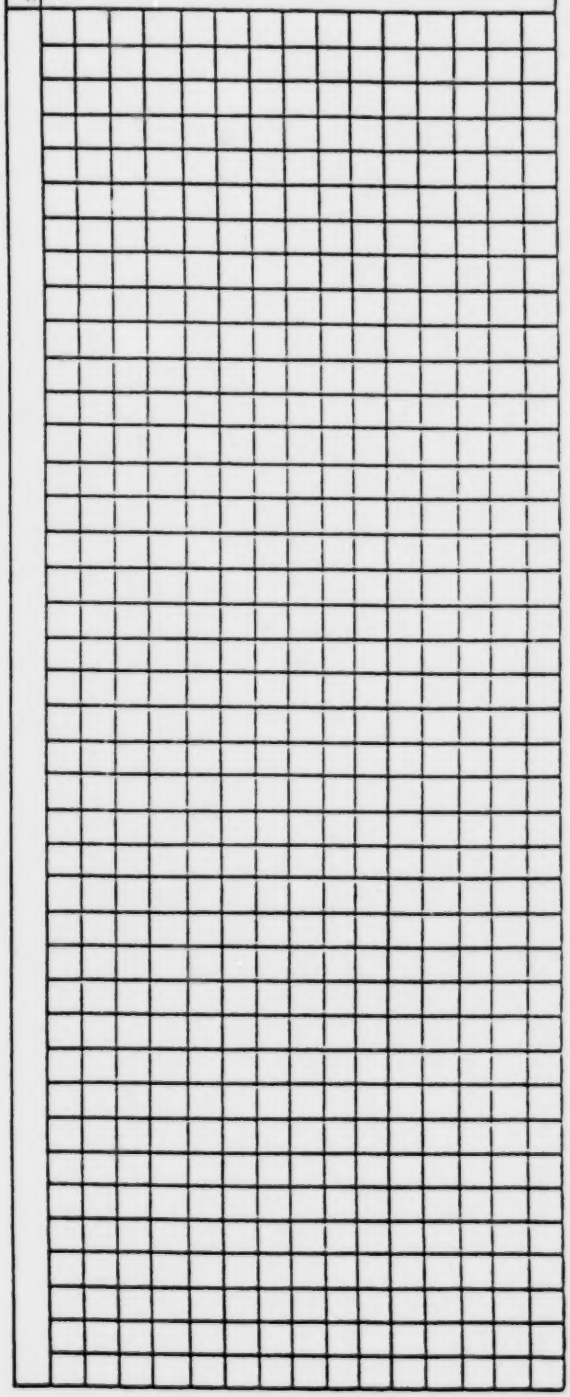
DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Grey to brown silty SAND & GRAVEL-numerous roots	0.30	
	1	G			Brown silty SAND-some gravel	0.61	
					BEDROCK	0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 12
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Grey to brown silty SAND & GRAVEL-numerous roots	0.27	
					Brown SAND & GRAVEL -numerous cobbles	0.61	
					BEDROCK	0.76	
1					End of Test Pit at 0.76 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

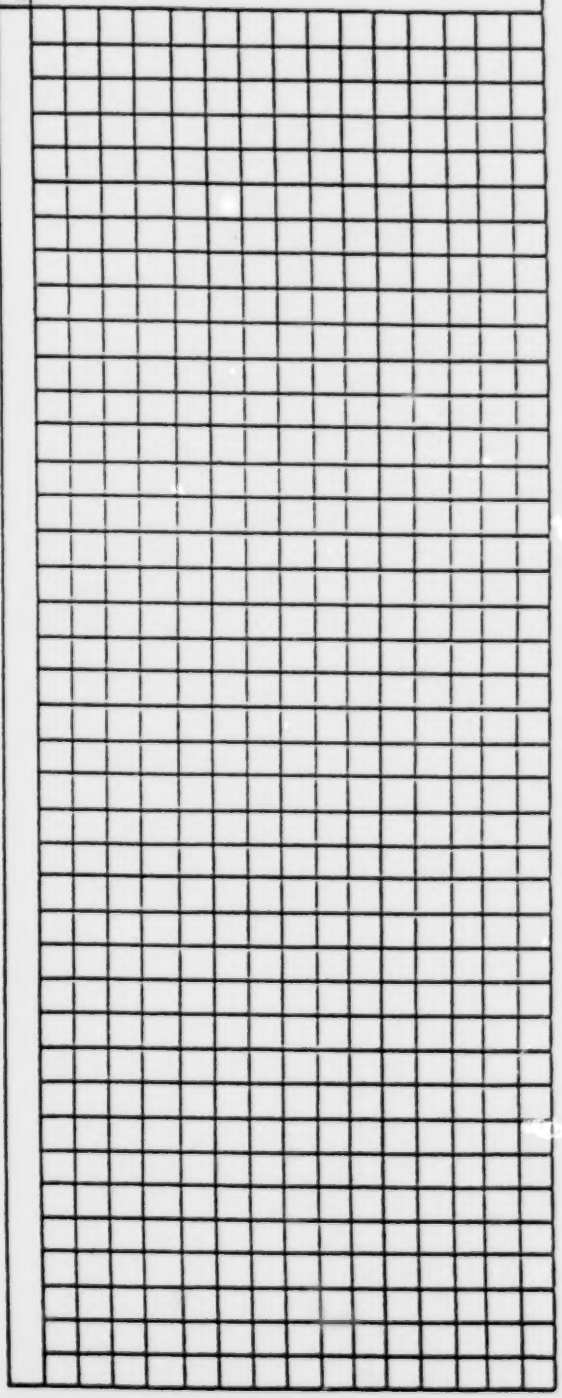


GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 13
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890502	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			100 mm TOPSOIL Grey to brown silty SAND, some gravel numerous roots	0.30	
	2	G			BEDROCK -joint spacing very close-moderate to strong	0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 14
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

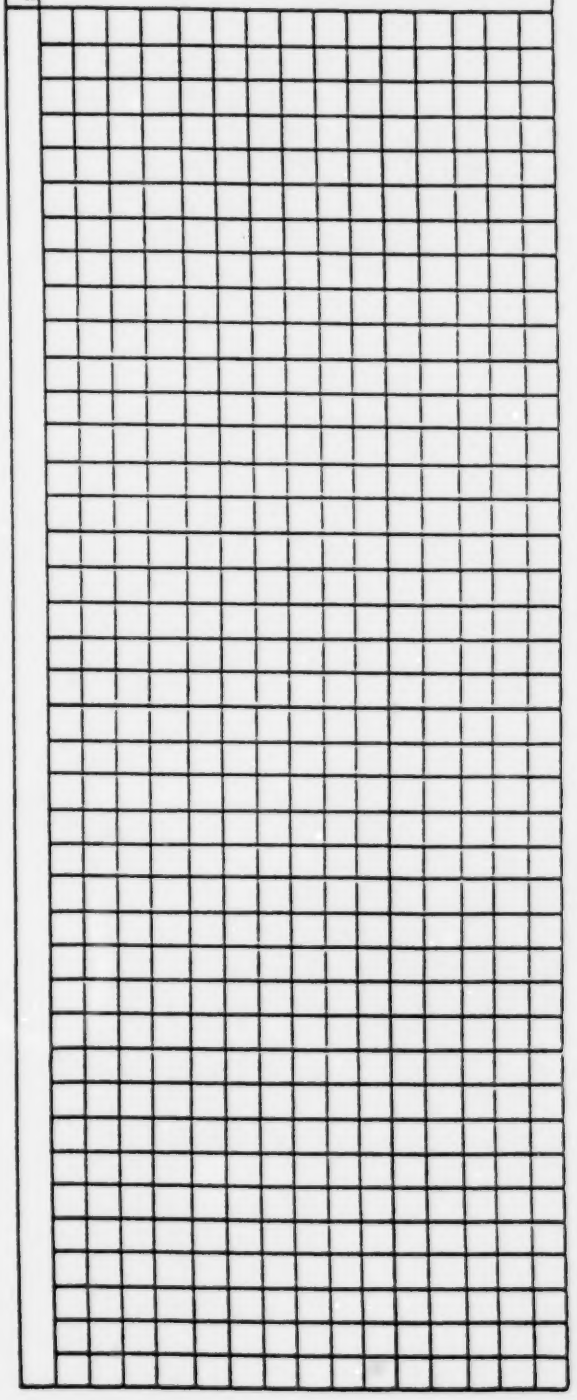
DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			100mm brown TOPSOIL grey to brown silty SAND some gravel-numerous roots	0.25	
	2	G			Brown silty SAND & GRAVEL -numerous cobbles, some boulders and some clay.	0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m. Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 15
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE:	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown silty SAND & GRAVEL	0.25	
					BEDROCK	0.91	
1					End of Test Pit at 0.91 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 16
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown silty SAND-some gravel-numerous roots	0.25	
	1	G			Brown SAND & GRAVEL numerous cobbles	0.91	
1					BEDROCK	1.52	
					End of Test Pit at 1.52 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 17
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m
0					Black to brown silty SAND, some gravel	0.22
					Brown SAND & GRAVEL- numerous cobbles	0.48
					BEDROCK	1.06
1					End of Test Pit at 1.06 m Groundwater table not encountered	
2						
3						
4						

WATER

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 18
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			GRAVEL & COBBLES 80% with silty sand 20%	0.22	
1					Orange-brown silty fine to medium SAND- occasional gravel & cobble particles		
1	2	G					
2							
3							
3	3	G					
						3.65	
4	4	S			Gravel & cobbles 70% with silty sand 30%	4.11	
					Greyish brown BEDROCK -weak, joint spacing very close too close		
	5	G				4.72	
5					End of Test Pit at 4.72 m		
6							
7							
8							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 19
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown silty SAND-some gravel, numerous roots	0.30	
	1	G			Brown silty SAND & GRAVEL	0.73	
	2	G			BEDROCK Brown to yellow rock has consistency of very stiff clay		
1							
	3	G					
2							
3						3.05	
	4	G			Rock turns to grey and increases in strength to very weak		
4					End of Test Pit at 3.96 m. G.W.T. not encountered	3.96	

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 20
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

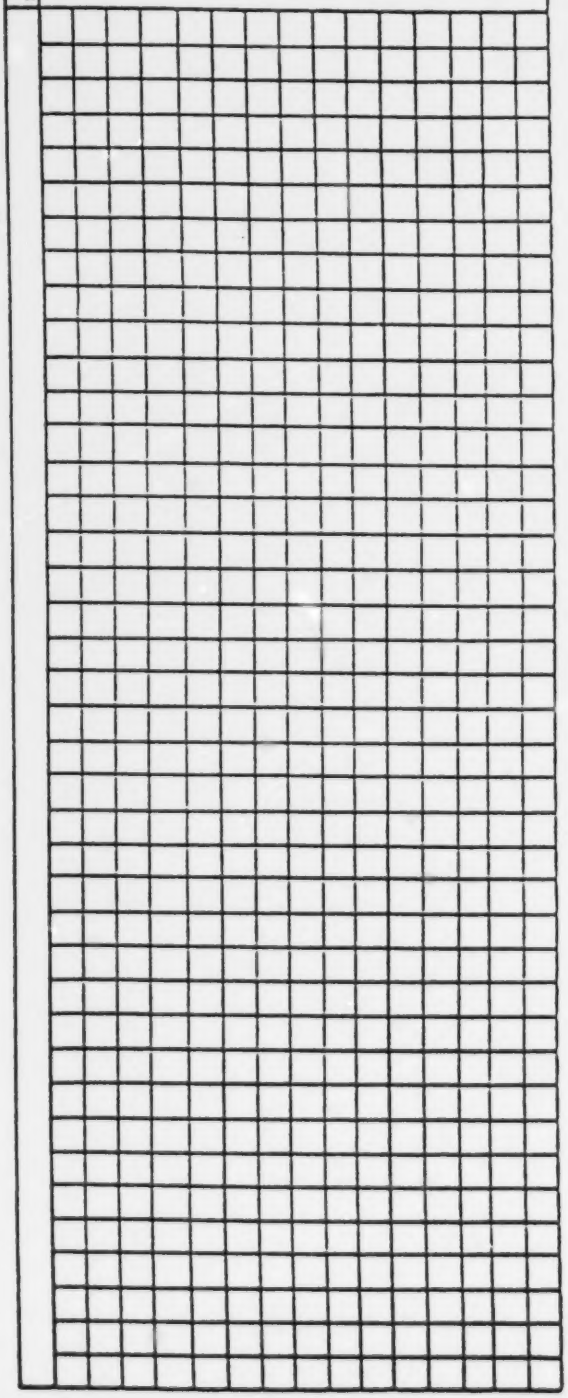
DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Greyish green weathered BEDROCK		
	1	G			-excavation by backhoe changes it to sand & gravel with some silt		
1							
2							
						2.74	
3					End of Test Pit at 2.74 m Groundwater table not encountered		
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 21
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			BEDROCK Joint spacing very close to close, moderate to strong		
						0.61	
					End of Test Pit at 0.61 m. Groundwater table not encountered		
1							
2							
3							
4							



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 23
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0	1	G			Black organic sandy SILT-roots	0.45	
	2	G			Greyish brown silty SAND & GRAVEL - some clay & cobbles	0.91	
1	3	G			BEDROCK - joint spacing very close, moderate to strong	1.21	
					End of Test Pit at 1.21 m Groundwater table not encountered		
2							
3							
4							

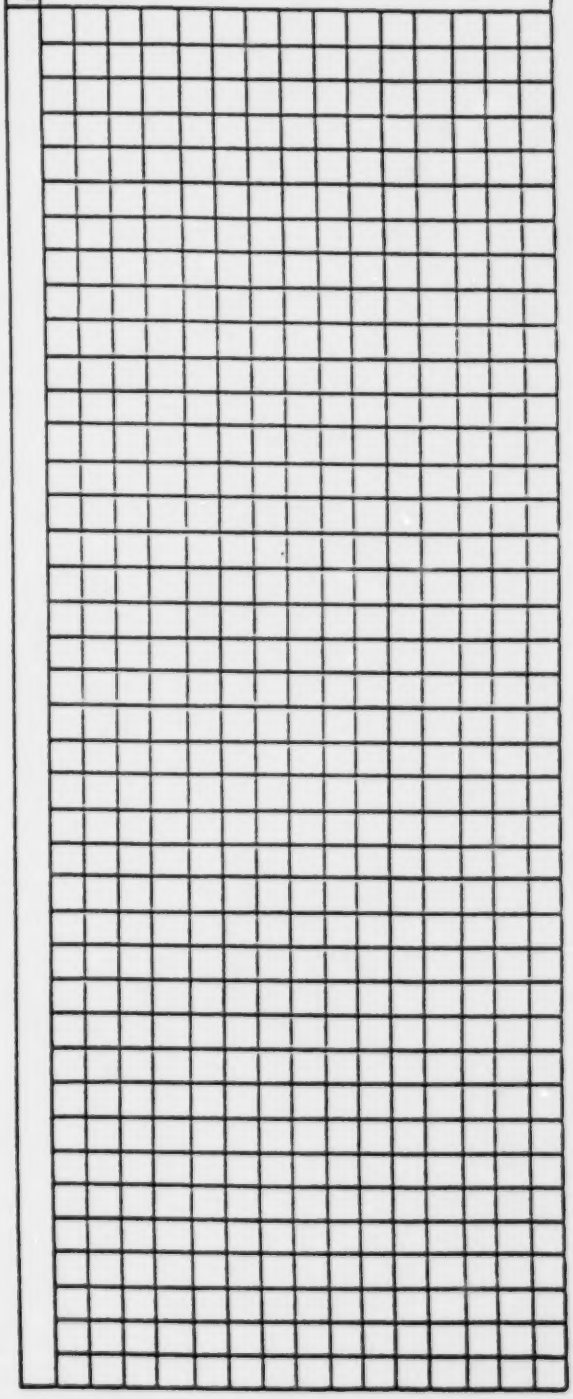
GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	JOB No.: 286.01	TP 25
PROJECT: Environmental Impact Assessment	DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.		
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:	

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m
0						
	1	G			Brown silty SAND & GRAVEL FILL	
						0.91
1	2	G			Black to brown organic silty SAND-some clay & gravel	1.10
	3	G			Very weak BEDROCK grey to blue	
2						
						2.53
					End of Test Pit at 2.53 m Groundwater table not encountered	
3						
4						

WATER



GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

TEST PIT LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		JOB No.: 286.01	TP 26
PROJECT: Environmental Impact Assessment		DATE: 890503	PAGE: 1 of 1
LOCATION: Restigouche Project, N.B.			
GROUND SFC. ELEV.	DATUM:		

DEPTH m	SAMPLE No.	SAMPLE TYPE	SAMPLE N	LOG	DESCRIPTION	ELEV. m	WATER
0					Black to brown silty SAND-some gravel-numerous roots	0.25	
	1	G			Brown silty SAND -some gravel -cobbles		
1							
	2	G			Red to grey weathered BEDROCK -has consistency of very stiff clay -becomes harder with depth	1.21	
2							
					End of Test Pit at 2.59 m Groundwater table not encountered	2.59	
3							
4							

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

LABORATORY DATA

MARSHALL MINERALS CORP.

LOCATION: RESTIGOUCHE DEPOSIT N.B. | PROJECT: 286.01 | SHEET 1 OF 4

SAMPLE DATA			DESCRIPTION OF SOIL TEXTURE	NATURAL WATER CONTENT	CONSISTENCY LIMITS		MECHANICAL ANALYSIS					UNDRAINED SHEAR STR. (Qu/2)	UNDRAINED SHEAR STR. (PP)	UNDRAINED SHEAR STRENGTH (VANE)	ORGANIC CONTENT %
Test Pit No.	Sample No.	Depth of Sample, metres			LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	CLAY SIZE (<0.002-5 mm)	SILT SIZE (0.002 - 0.080 mm	SAND SIZE (0.080 - 5 mm)	GRAVEL SIZE (5 - 80 mm)					
				w	w_l	w_p	%					KPa			
1	1	0.4	Bn. Clayey silty S & G some C & B	28.9	46	32	HYDROM 17 36.2	19	29	35	ML &OL				
	2	1.8	Rx												
	3	2.5	Rx												
2	1	0.1	Gy silty S & G numerous roots	18.2											
	2	0.2	Bn silty S & G numerous roots	27.4			12		51	37					
	3	0.5	Rx												
3	1	0.2	Bn silty S & G, num C some B, [trace] clay	29.3			37.7		38	24					
	2	1.5	Bn clayey silty S & G numerous C & B	12.8			25.7		26	48					
4	1	0.4	Bn silty S & G some clay	11.7	25.3	17.9	HYDROM 12 36	14	36	28	CL-ML				
5	1	0.2	Gy-Bn silty S, some G numerous roots	30.8			16.7		49	34					
	2	0.7	Rx												

GEMTEC LIMITED
CIVIL ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

LABORATORY DATA

MARSHALL MINERALS CORP.

LOCATION: RESTIGOUCHE DEPOSIT N.B. | PROJECT: 286.01 | SHEET 2 OF 4

SAMPLE DATA			DESCRIPTION OF SOIL TEXTURE	NATURAL WATER CONTENT	CONSISTENCY LIMITS		MECHANICAL ANALYSIS					UNDRAINED SHEAR STR. (Qu/2)	UNDRAINED SHEAR STR. (PP)	UNDRAINED SHEAR STRENGTH (VANE)	ORGANIC CONTENT %
Test Pit No.	Sample No.	Depth of Sample, metres			LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	CLAY SIZE (<0.002·5 mm)	SILT SIZE (0.002 - 0.080 mm)	SAND SIZE (0.080 - 5 mm)	GRAVEL SIZE (5 - 80 mm)					
				w	w_l	w_p						KPa			
				%											
6	1	0.5	Bn clayey silty S & G	24.2	33	20.3	HYDROM 9 42.2 33		37	21	CL				
	2	3.6	Bn clayey silty S & G	16.2	29.1	20.0	HYDROM 10 26.6 17		42	31	CL				
9	1	0.6	Rx												
10	1	0.5	Bn S & G, numerous C [trace] clay	14.1			20.6		31	48					
	2	0.8	Rx												
11	1	0.5	Bn silty S, some G	43.5			18.1		68	14					
13	1	0.2	Gy to Bn S & G, some silt, some G, num. roots	30.3			15.8		36	48					
	2	0.7	Rx												
14	1	0.2	Gy to Bn sandy gravel, some silt numerous roots	29.1			15.3		34	51					
	2	0.5	Bn silty S & G, numerous C, some B, [trace] clay	12.2			31.6		36	32					
16	1	0.5	Bn S & G, numerous C												

GEMTEC LIMITED

LABORATORY DATA

MARSHALL MINERALS CORP.

LOCATION: RESTIGOUCHE DEPOSIT N.B. | PROJECT: 286.01 | SHEET 3 OF 4

SAMPLE DATA			DESCRIPTION OF SOIL TEXTURE	NATURAL WATER CONTENT	CONSISTENCY LIMITS		MECHANICAL ANALYSIS								
Test Pit No.	Sample No.	Depth of Sample, metres			LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	CLAY SIZE (<0.002-5 mm)	SILT SIZE (0.002 - 0.080 mm)	SAND SIZE (0.080 - 5 mm)	GRAVEL SIZE (5 - 80 mm)		UNDRAINED SHEAR STR. (Qu/2)	UNDRAINED SHEAR STR. (PP)	UNDRAINED SHEAR STRENGTH (VANE)	ORGANIC CONTENT %
				w	w_L	w_p	%					KPa			
18	1	0.2	80% G & C 20% Silty S	21.0											
	2	1.2	Orange-Bn gravely sand& silt occ. G & C	34.4			39.9	36	24						
	3	3.3	Silty SAND, some GRAVEL	37.8			35.0	54	11						
	4	3.9	70% G & C 30% Silty sand	33.6											
	5	4.4	Gy-Bn Rx												
19	1	0.5	Bn silty S & G	20.9											
	2	0.9	Rx-[stiff clay-like] weathered	20.2											
	3	1.5	Rx-[stiff clay-like] weathered	15.4											
	4	3.2	Rx												
20	1	1.0	Gy-green weathered Rx												
21	1	0.3	Rx												

GEMTEC LIMITED
CONSULTING ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

LABORATORY DATA

MARSHALL MINERALS CORP.

LOCATION: RESTIGOUCHE DEPOSIT N.B. | PROJECT: 286.01 | SHEET 4 OF 4

SAMPLE DATA			DESCRIPTION OF SOIL TEXTURE	NATURAL WATER CONTENT	CONSISTENCY LIMITS		MECHANICAL ANALYSIS								
Test Pit No.	Sample No.	Depth of Sample, metres			LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	CLAY SIZE (<0.002·5 mm)	SILT SIZE (0.002 - 0.080 mm	SAND SIZE (0.080 - 5 mm)	GRAVEL SIZE (5 - 80 mm)		UNDRAINED SHEAR STR. (Qu/2)	UNDRAINED SHEAR STR. (PP)	UNDRAINED SHEAR STRENGTH (VANE)	ORGANIC CONTENT %
				w	w_l	w_p	%					KPa			
23	1	0.3	Bk organic sandy silt [with] roots	386.2											
	2	0.7	Gy-Bn silty S & G some clay & C	29.7											
	3	1.1	Rx												
25	1	0.4	Bn silty S & G FILL	15.4											
	2	1.0	Bk-Bn organic silty S, some clay & G	36.5											
	3	1.3	Gy-Blue V-Weak Rx												
26	1	0.5	Bn silty S, some G, cobbles	21.1			27.7								
	2	1.4	Red-Gy weathered Rx [stiff clay-like]	20.6											

ANNEXE E

ANALYSE DE LA QUALITÉ DU ROC

MINERAL EXPLORATION HOLE 88-1

Start Metres	End Metres	Average Depth, m	Run Recovery mm	Recovery mm	Length >100mm	Recovery %	RQD %
3.10	3.66	3.4	560	500	0	89	0
3.66	5.20	4.4	1540	1700	300	110	19
5.20	7.35	6.3	2150	1950	850	91	40
7.35	8.20	7.8	850	870	730	102	86
8.20	11.28	9.7	3080	3200	800	104	26
11.28	11.35	11.3	70	50	0	71	0
11.35	14.33	12.8	2980	2350	700	79	23
14.33	16.30	15.3	1970	1950	250	99	13
16.30	17.37	16.8	1070	1050	870	98	81
17.37	20.42	18.9	3050	3050	3000	100	98
20.42	20.70	20.6	280	300	300	107	107
20.70	23.47	22.1	2770	2750	2750	99	99
23.47	25.15	24.3	1680	1650	1500	98	89
25.15	26.52	25.8	1370	1370	1350	100	99
26.52	29.50	28.0	2980	3000	2920	101	98
29.50	29.57	29.5	70	100	0	143	0
29.57	32.61	31.1	3040	2950	2800	97	92
32.61	33.46	33.0	850	1320	1320	155	155
33.46	35.60	34.5	2140	1610	1460	75	68
35.60	38.57	37.1	2970	2850	2460	96	83
38.57	38.71	38.6	140	150	150	107	107
38.71	41.76	40.2	3050	3100	2400	102	79
41.76	42.90	42.3	1140	1130	1050	99	92
42.90	44.81	43.9	1910	1920	1800	101	94
44.81	46.46	45.6	1650	2500	2500	152	152
46.46	47.85	47.2	1390	1410	1200	101	86
47.85	50.72	49.3	2870	3000	1640	105	57

MINERAL EXPLORATION HOLE 88-99

Start Metres	End Metres	Average Depth, m	Run Recovery mm	Recovery mm	Length >100mm	Recovery %	RQD %
15.00	18.00	16.5	3000	1400	630	47	21
18.00	21.00	19.5	3000	3000	1330	100	44
21.00	21.50	21.3	500	600	200	120	40
21.50	24.00	22.8	2500	2450	1850	98	74
24.00	26.75	25.4	2750	2900	1920	105	70
26.75	27.00	26.9	250	220	180	88	72
27.00	30.00	28.5	3000	2820	2100	94	70
30.00	32.35	31.2	2350	2600	1600	111	68
32.35	33.00	32.7	650	75	0	12	0
33.00	36.00	34.5	3000	3050	1820	102	61
36.00	38.60	37.3	2600	2450	1760	94	68
38.60	39.00	38.8	400	400	130	100	33
39.00	42.00	40.5	3000	3220	2420	107	81
42.00	44.00	43.0	2000	2000	1500	100	75
44.00	45.00	44.5	1000	1030	880	103	88
45.00	48.00	46.5	3000	3100	1500	103	50
48.00	49.10	48.6	1100	1600	250	145	23

MINERAL EXPLORATION HOLE 88-15

Start Metres	End Metres	Average Depth m	Run Recovery mm	Run Recovery mm	Length Recovery >100mm	Length Recovery %	RQD %
5.49	8.23	6.9	2740	1100	400	40	15
8.23	10.50	9.4	2270	2700	550	119	24
10.50	11.28	10.9	780	830	340	106	44
11.28	14.33	12.8	3050	2900	1040	95	34
14.33	14.55	14.4	220	200	0	91	0
14.55	17.37	16.0	2820	1400	680	50	24
17.37	18.80	18.1	1430		1050	0	73
18.80	20.42	19.6	1620	1550	600	96	37
20.42	23.00	21.7	2580	2700	1400	105	54
23.00	23.47	23.2	470	400	400	85	85
23.47	26.52	25.0	3050	3150	2000	103	66
26.52	27.05	26.8	530	450	100	85	19
27.05	29.57	28.3	2520	2570	2000	102	79
29.57	31.25	30.4	1680	1760	1410	105	84
31.25	32.61	31.9	1360	1350	900	99	66
32.61	35.43	34.0	2820	2800	1460	99	52
35.43	35.66	35.5	230	250	130	109	57
35.66	38.71	37.2	3050	2710	2250	89	74
38.71	39.50	39.1	790	900	750	114	95
39.50	41.76	40.6	2260	2000	1350	88	60
41.76	43.65	42.7	1890	1900	1420	101	75
43.65	44.81	44.2	1160	1150	600	99	52
44.81	47.85	46.3	3040	2900	2050	95	67
47.85	47.90	47.9	50	50	0	100	0
47.90	50.90	49.4	3000	3100	2050	103	68
50.90	52.10	51.5	1200	1200	820	100	68

MINERAL EXPLORATION HOLE 88-44

Start Metres	End Metres	Average Depth, m	Run Recovery mm	Run Recovery mm	Length Recovery >100mm	Length Recovery %	RQD %
8.60	9.00	8.8	400	300	0	75	0
9.00	12.00	10.5	3000	3000	200	100	7
12.00	13.30	12.7	1300	1300	220	100	17
13.30	15.00	14.2	1700	1250	180	74	11
15.00	18.45	16.7	3450	3600	840	104	24
18.45	21.00	19.7	2550	2550	550	100	22
21.00	23.85	22.4	2850	3300	800	116	28
23.85	24.00	23.9	150	150	0	100	0
24.00	27.00	25.5	3000	3250	800	108	27
27.00	29.45	28.2	2450	2400	1550	98	63
29.45	30.00	29.7	550	570	320	104	58
30.00	33.00	31.5	3000	3100	2440	103	81
33.00	35.05	34.0	2050	2100	1757	102	86
35.05	36.00	35.5	950	950	900	100	95
36.00	39.00	37.5	3000	2800	850	93	28
39.00	40.40	39.7	1400	1600	600	114	43

ANNEXE F

REGISTRES DE PUITS

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

WELL LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.	DATE: 88/06/07	WELL NO. A
PROJECT: Restigouche Deposit	ELEV. m	PIEZOM. / SLOTTED PIPE / PAGE 1 of 1
PROJECT NUMBER: 286.01	SURFACE ELEVATION: m	DATUM: Assumed

DEPTH Metres	DEPTH feet	SAMPLE NO	SAMPLE TYPE	N Blows per 300 mm	REC cm	CONTAM	LOG	DESCRIPTION
0								3.66 m OVERBURDEN
10								Medium orange-brown color. Cuttings mainly felsic volcanics, rhyolite tuffs. Occasional Qtz cutting. (Qtz viens?) 14.5 m
20								Slightly greyish orange-brown, cuttings darker than above, still volcanics (Rhyodacite?). Occ. lighter rhyolitic cutting. Medium grey-green color cuttings mainly rhyodacite/dacite.
30								
40								46.5 m
50								Greyish orange-brown color, cuttings 70 % grey-black Rhyodocite/dacite , 30% light to medium orange-brown, rhyolitic. 57.0 m
60								Light to medium grey, rhyodacite. Occasional quartz (Qtz viens?) 62.5 m
70								Black color, massive fine grained sulfides. 77.12 m
80								End of hole at 77.12 m. 6.71 m of 150 mm Ø casing installed, stick-up 0.28 m.
90								
100								

Stick up -0.28

Shear Strength 10 20 KPa

Moisture Content % 10 20 %

Blows per 150 mm • 10 20

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

WELL LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		DATE: 88/06/07	WELL NO. B
PROJECT: Restigouche Deposit		ELEV. m	PIEZOM. / Stick up -0.28
PROJECT NUMBER: 286.01	SURFACE ELEVATION: m	DATUM: Assumed	PAGE 1 of 1

DEPTH Metres	DEPTH feet	SAMPLE NO	SAMPLE TYPE	N Blows per 300 mm	REC cm	CONTAM	LOG	DESCRIPTION
								3.66 m
								Medium to dark brown cuttings, felsic and intermediate volcanics. 15.0 m
								Grey to dark grey-black, felsic and intermediate volcanics, dacite, diabase? rhyodacite. 24.0 m
								Black d cite/diabase? 33.5 m
								Light grey color Felsic volcanics, occasional dark cutting, diabase? 44.0
								Grey to greyish black Intermediate to felsic volcanics. 55.0 m
								Dark grey-black color massive sulphides. 76.92 m
								End of hole at 76.92 m 6.48 m of 150 mm Ø casing installed, stick up 0.28 m

Shear Strength 10 20 kPa
Moisture Content % 10 20 %
Blows per 150 mm ● 10 20

GEMTEC LIMITED
GROUND ENGINEERING & MATERIALS TECHNOLOGY

WELL LOG

CLIENT: Marshall Minerals Corp.		DATE: 88/06/07	WELL NO. C
PROJECT: Restigouche Deposit		ELEV. m	PIEZOM.
PROJECT NUMBER: 286.01	SURFACE ELEVATION: m	DATUM: Assumed	PAGE 1 of 1

DEPTH Metres	DEPTH feet	SAMPLE NO	SAMPLE TYPE	N Blows per 300 mm	REC cm	CONTAM	LOG	DESCRIPTION
0								OVERBURDEN 5 m±
								Light to medium brown cuttings, felsic volcanics. Rhyolite tuffs (brecciated), some sulphides. 14.0 m
								Dark grey to black color, grey-fine grained volcanic rock with/without sulphides. 61.31 m
								End of hole at 61.31 m 6.46 m of 150 mm Ø casing installed, stick-up 0.216 m.

Stick up -0.46m

6.0 m

Shear Strength 10 20 kPa

Moisture Content % 10 20 %

Blows per 150 mm • 10 20

ANNEXE G

RÉSULTATS DES ESSAIS DE POUPAGE

PUMP TEST DATA - Summary of Figures

FIGURE NO.	PUMPED WELL	PUMP RATE igpm	OBSERV WELL	PERIOD	GRAPH TYPE
A 1	A	5.43	A	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 2	A	5.43	A	Pumping	Time vs Drawdown
A 3	A	5.43	A	Recovery	Residual Drawdown
A 4	A	5.43	88-1	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 5	A	5.43	88-1	Pumping	Time vs Drawdown
A 6	A	5.43	88-1	Recovery	Residual Drawdown
A 7	A	5.43	80-9	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 8	A	5.43	80-9	Pumping	Time vs Drawdown
A 9	A	5.43	80-9	Recovery	Residual Drawdown
A 10	A	13.68	A	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 11	A	13.68	A	Pumping	Time vs Drawdown
A 12	A	13.68	A	Recovery	Residual Drawdown
A 13	A	13.68	88-1	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 14	A	13.68	88-1	Pumping	Time vs Drawdown
A 15	A	13.68	88-1	Recovery	Residual Drawdown
A 16	A	13.68	80-9	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 17	A	13.68	80-9	Pumping	Time vs Drawdown
A 18	A	13.68	80-9	Recovery	Residual Drawdown
A 19	C	10.34	C	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 20	C	10.34	C	Pumping	Time vs Drawdown
A 21	C	10.34	C	Recovery	Residual Drawdown
A 22	C	10.34	88-15	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 23	C	10.34	88-15	Pumping	Time vs Drawdown
A 24	C	10.34	88-15	Recovery	Residual Drawdown
A 25	B	2.55	B	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 26	B	2.55	B	Pumping	Time vs Drawdown
A 27	B	2.55	B	Recovery	Residual Drawdown
A 28	B	2.55	88-3	Pumping	Log-Time vs. Drawdown
A 29	B	2.55	88-3	Pumping	Time vs Drawdown

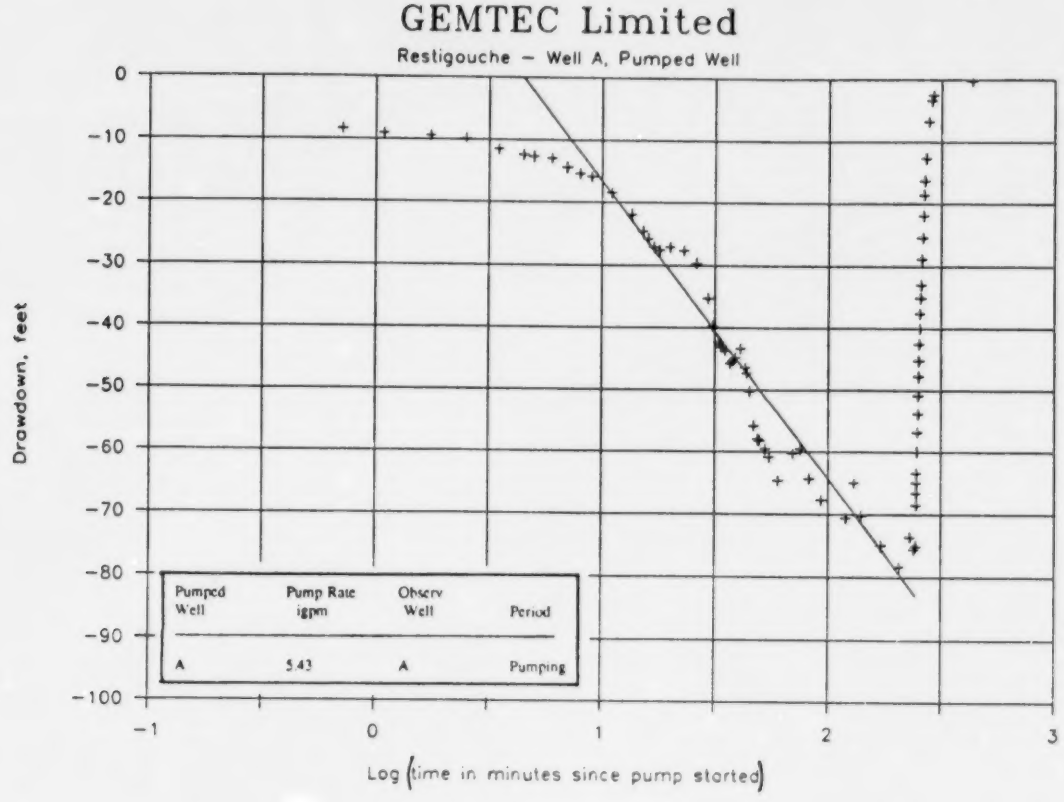


FIGURE A1

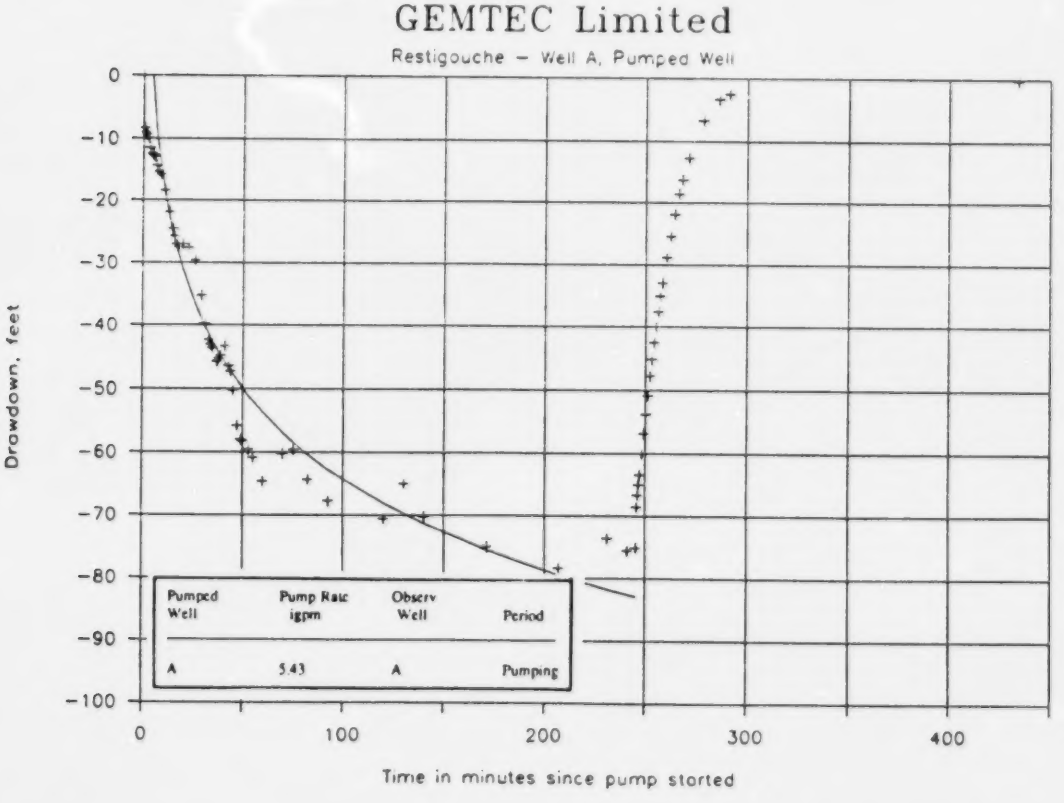


FIGURE A2

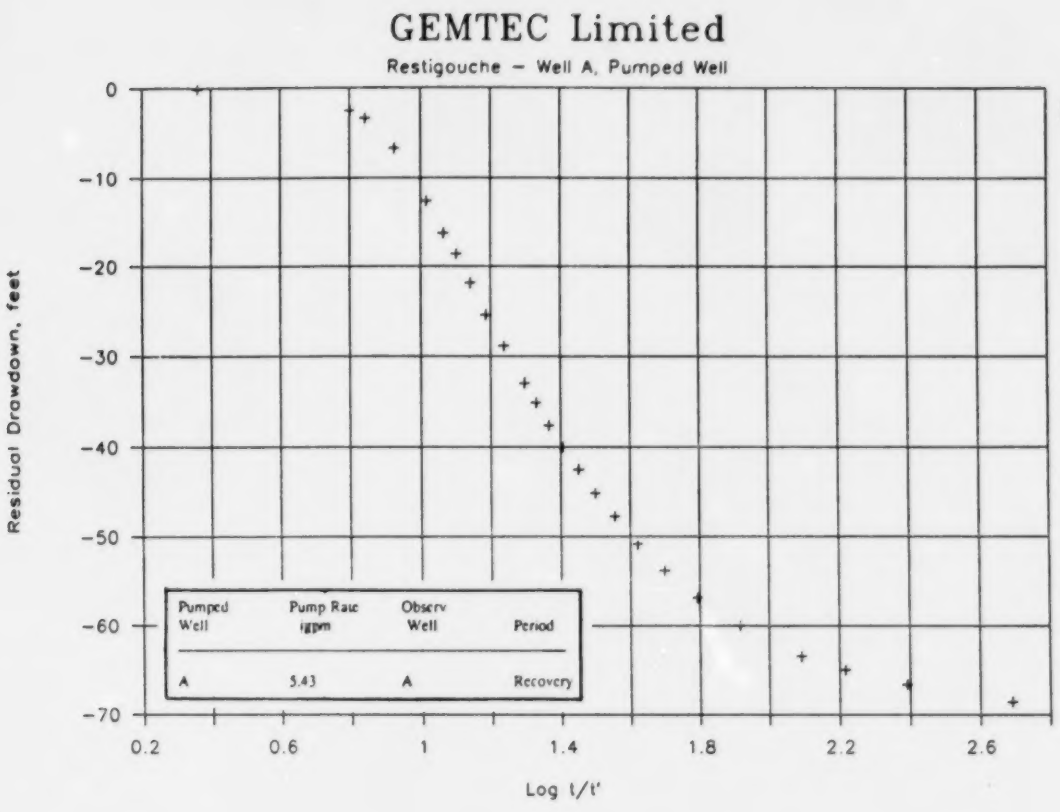


FIGURE A3

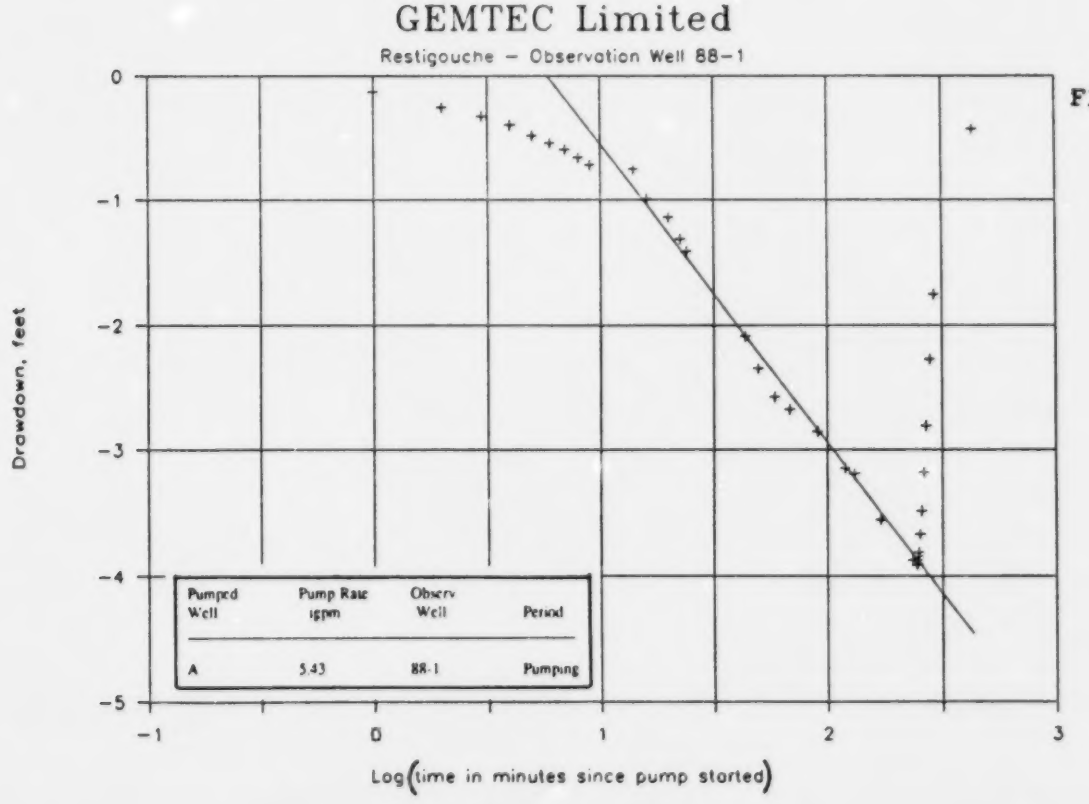


FIGURE A4

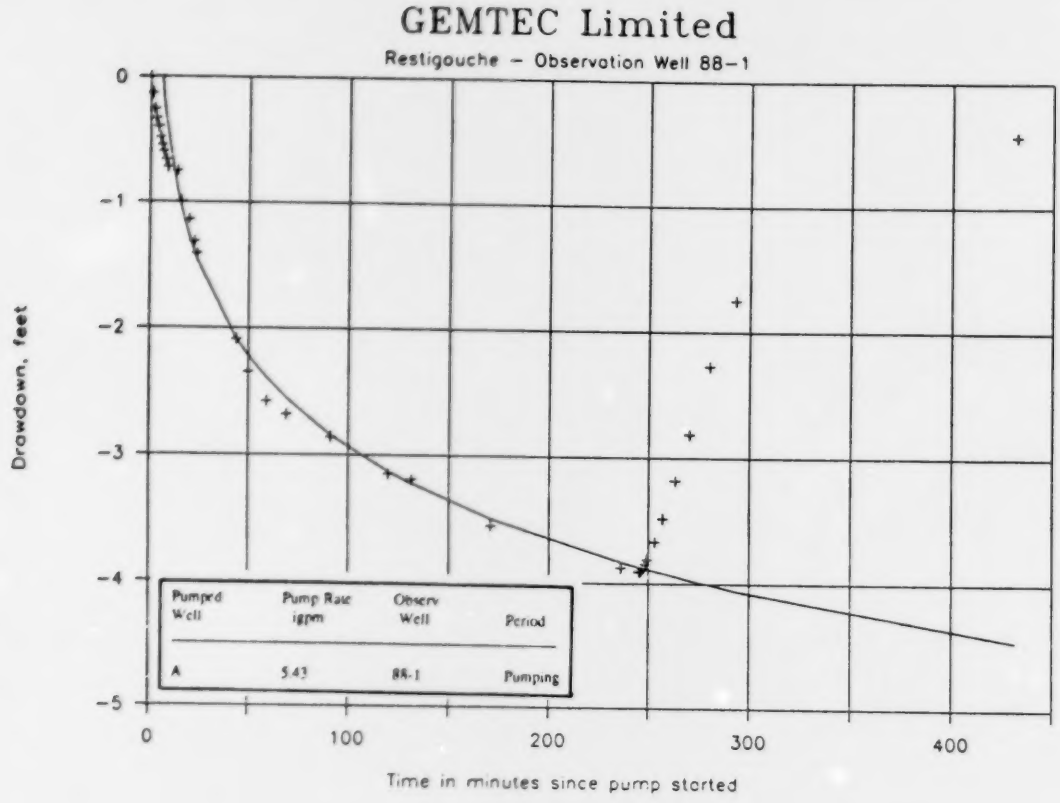


FIGURE A5

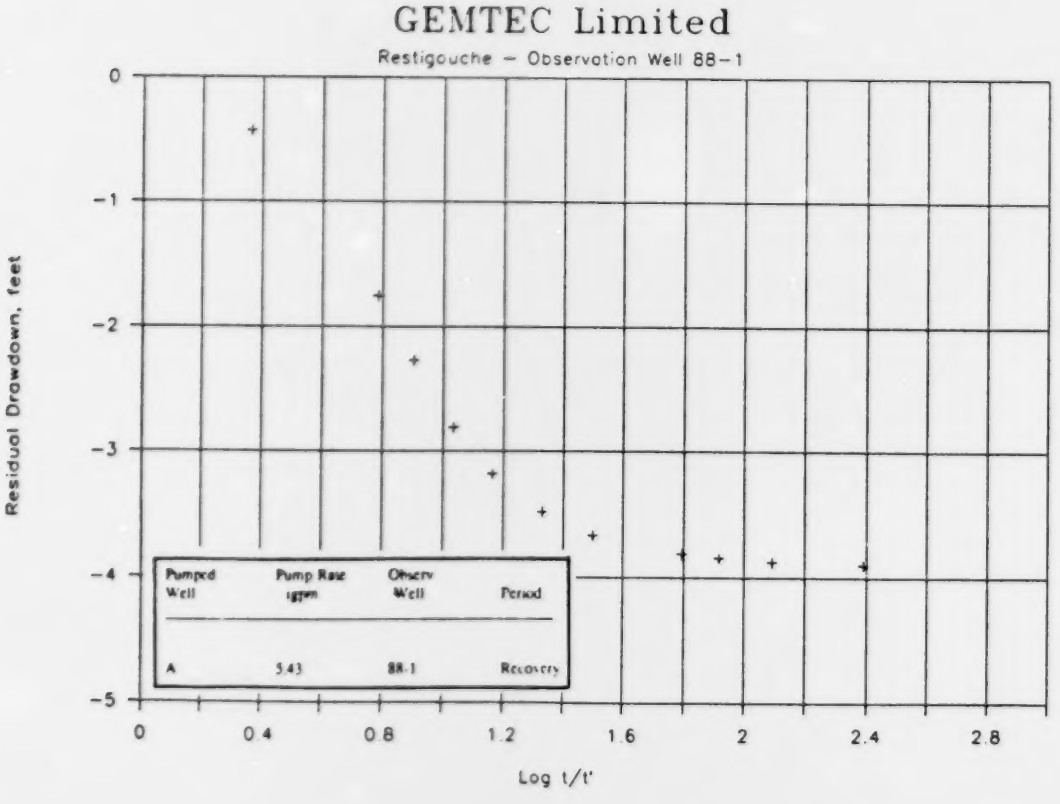


FIGURE A6

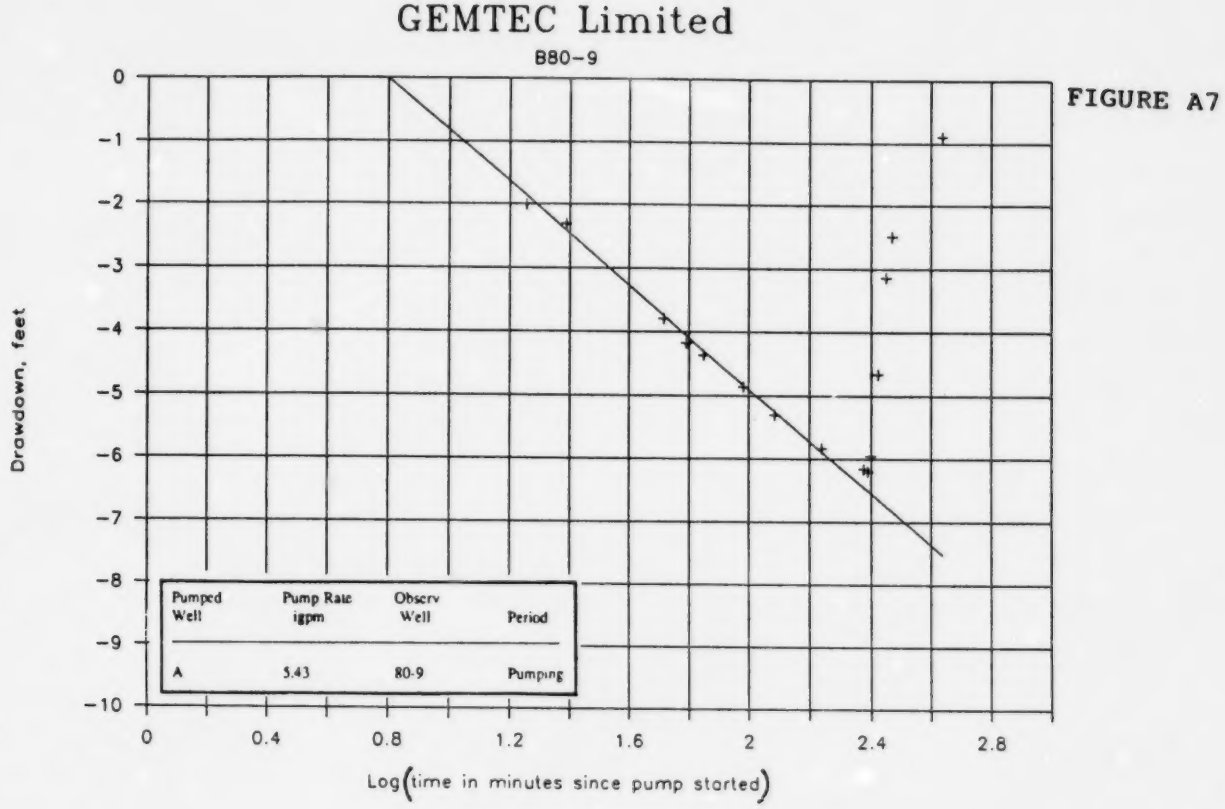


FIGURE A7

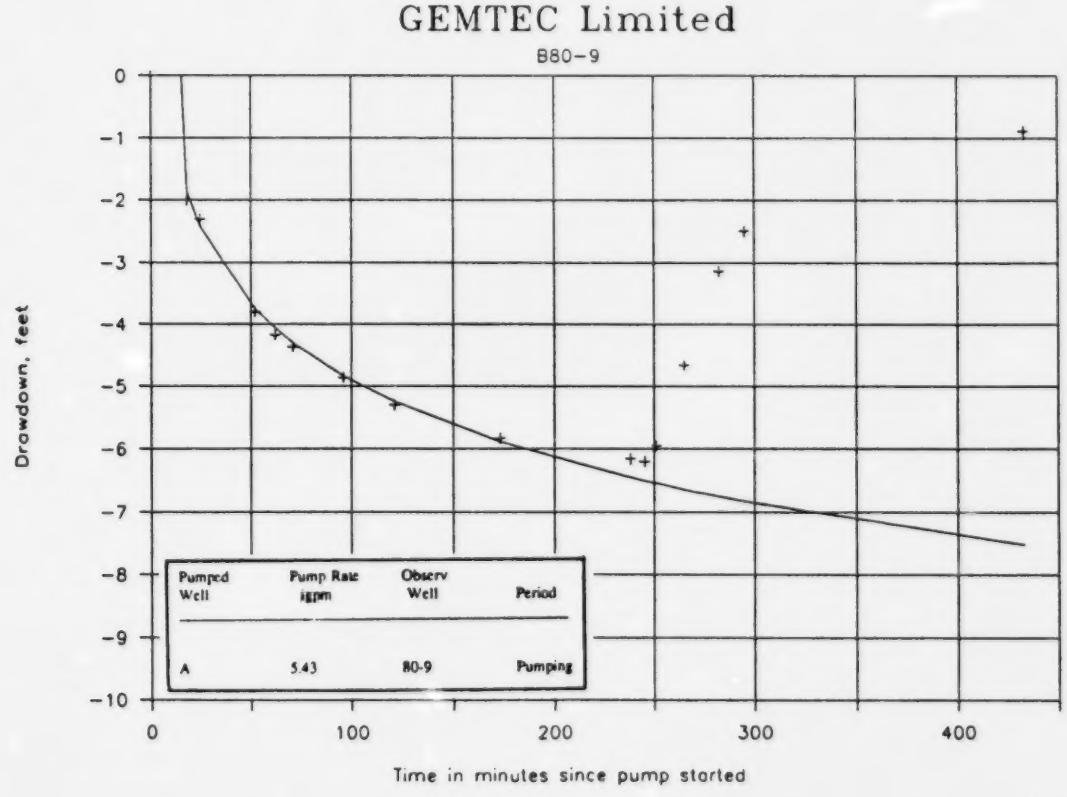


FIGURE A8

GEMTEC Limited

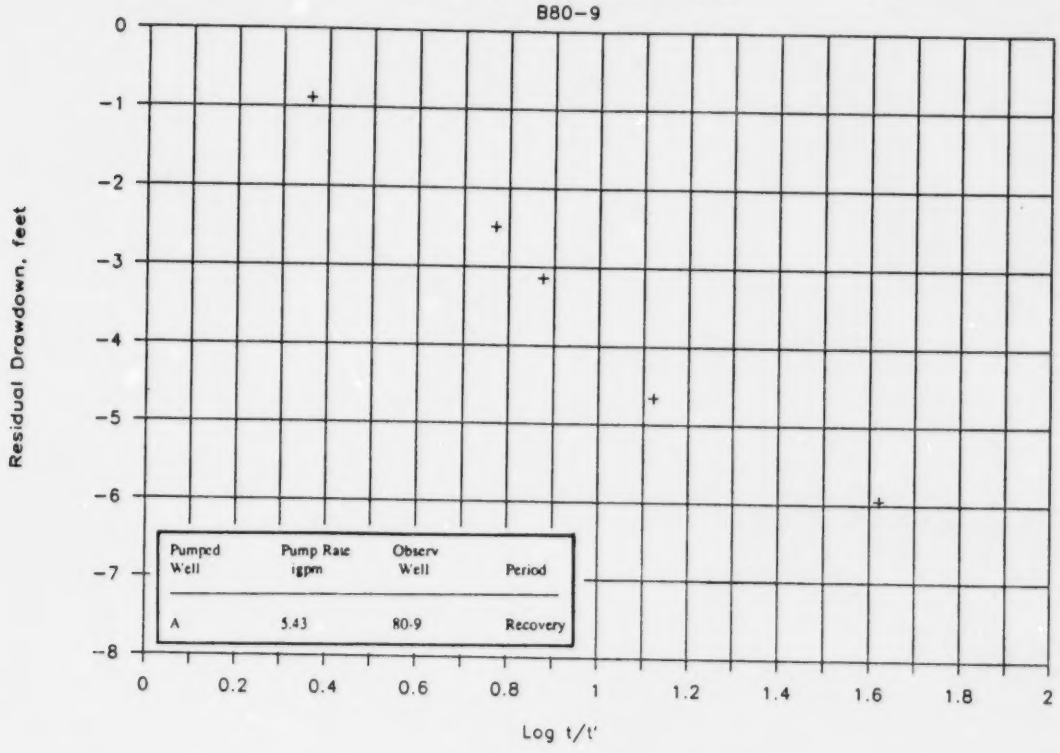


FIGURE A9

GEMTEC Limited

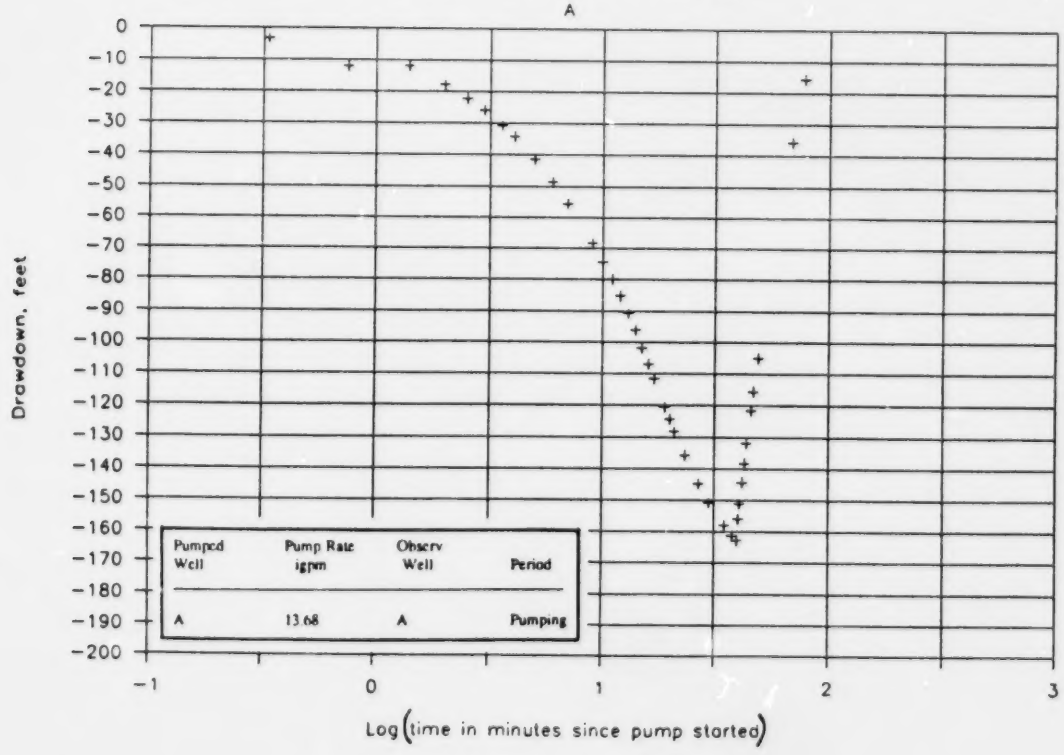


FIGURE A10

GEMTEC Limited

A

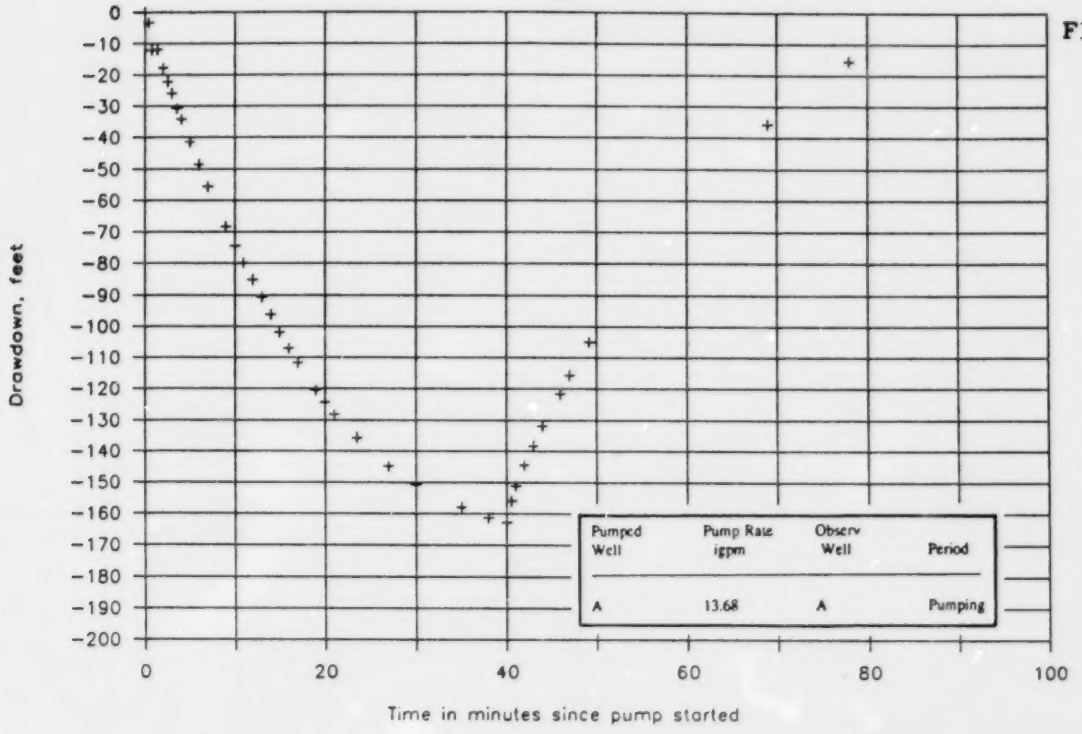


FIGURE A11

GEMTEC Limited

A

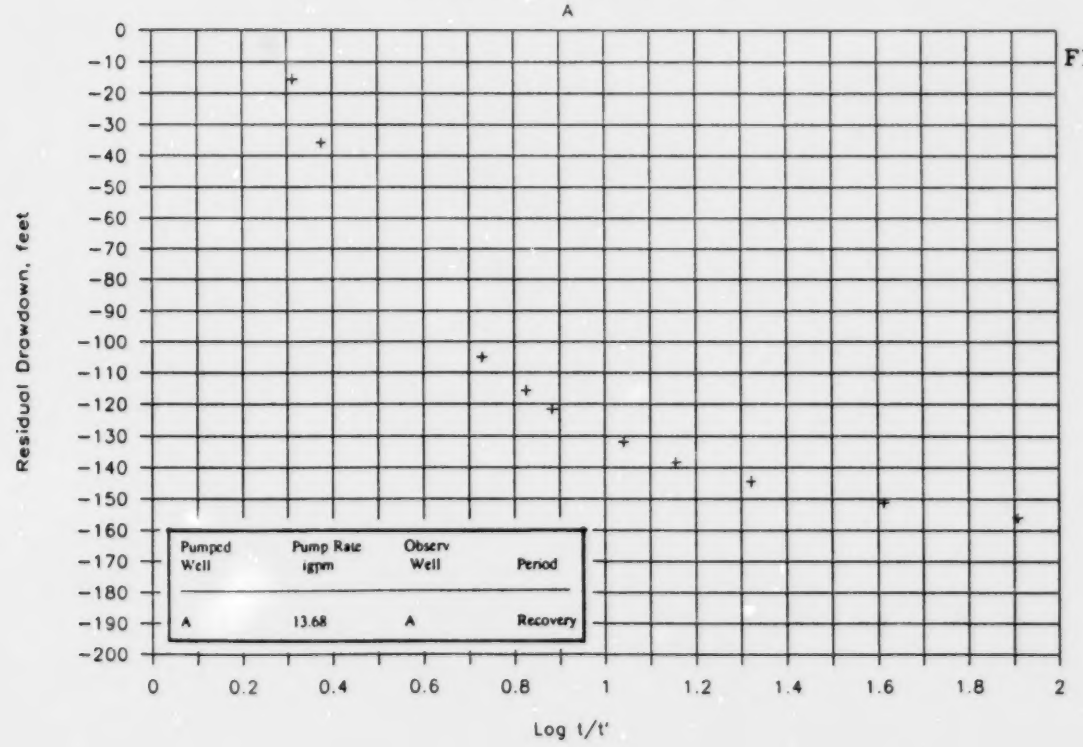


FIGURE A12

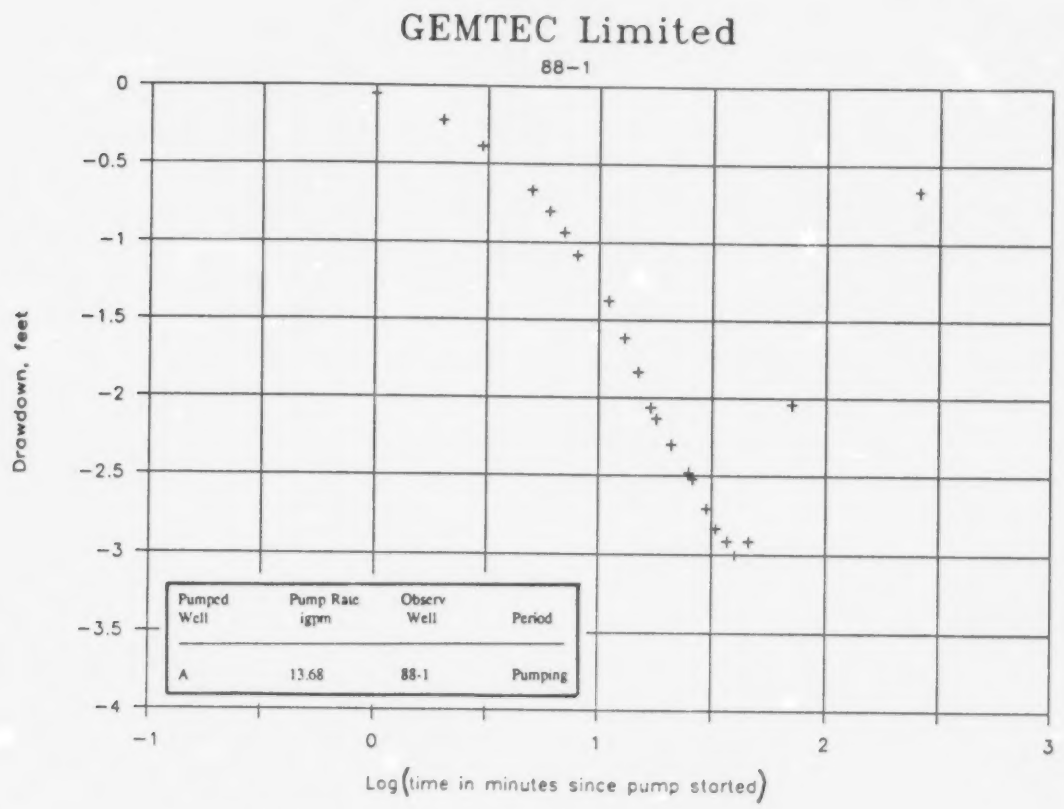


FIGURE A13

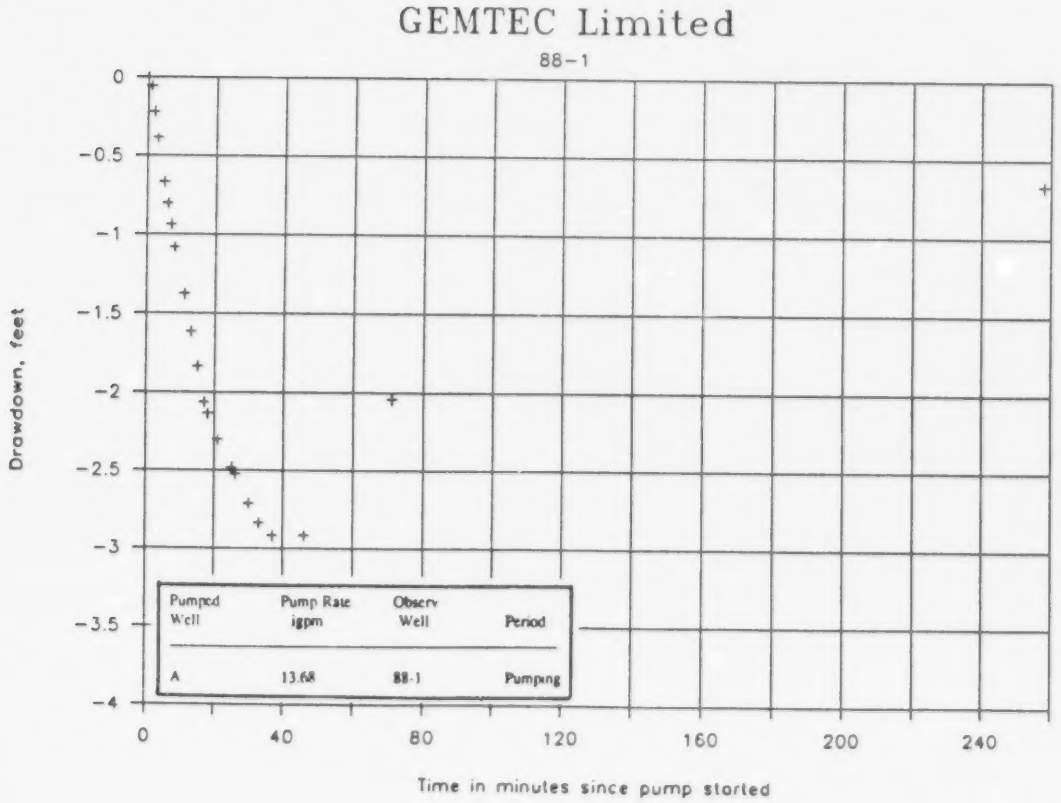


FIGURE A14

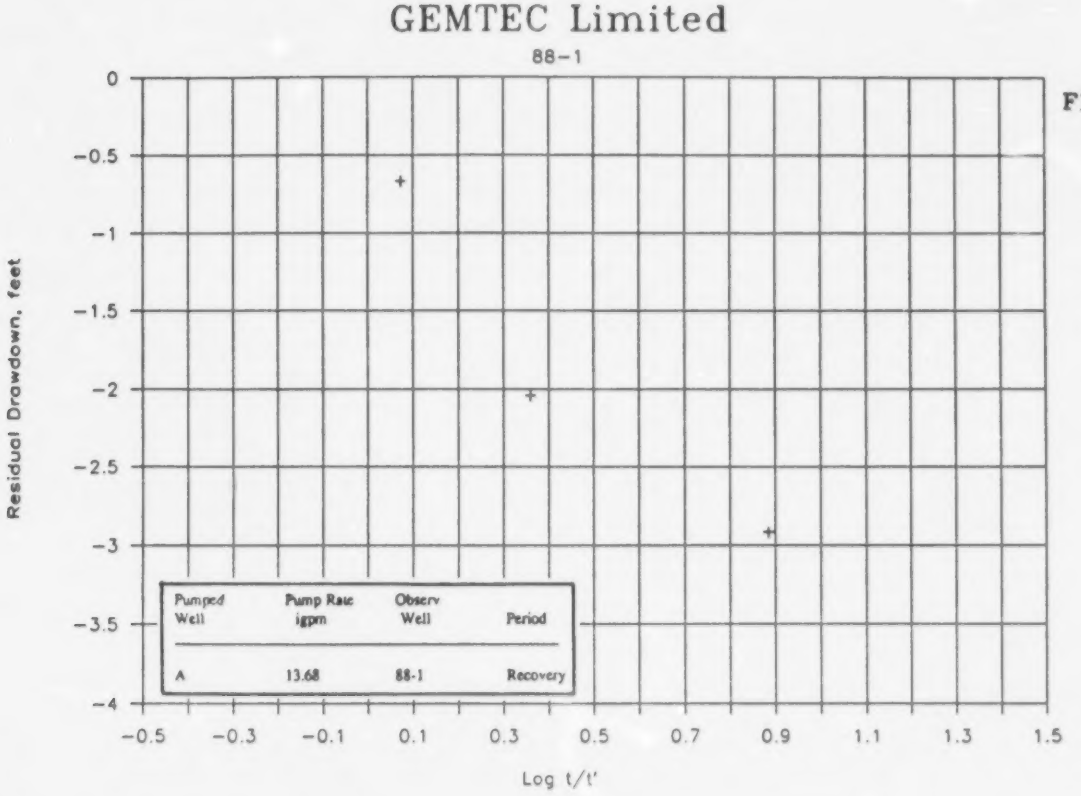


FIGURE A15

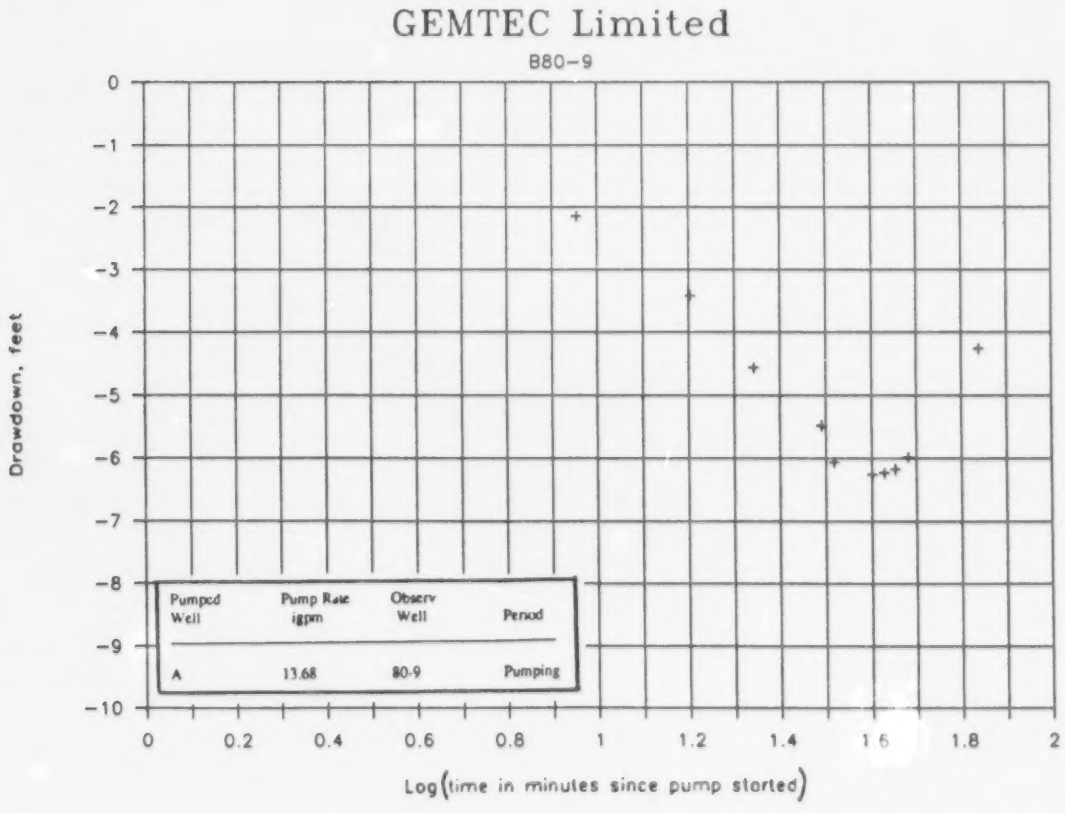


FIGURE A16

GEMTEC Limited

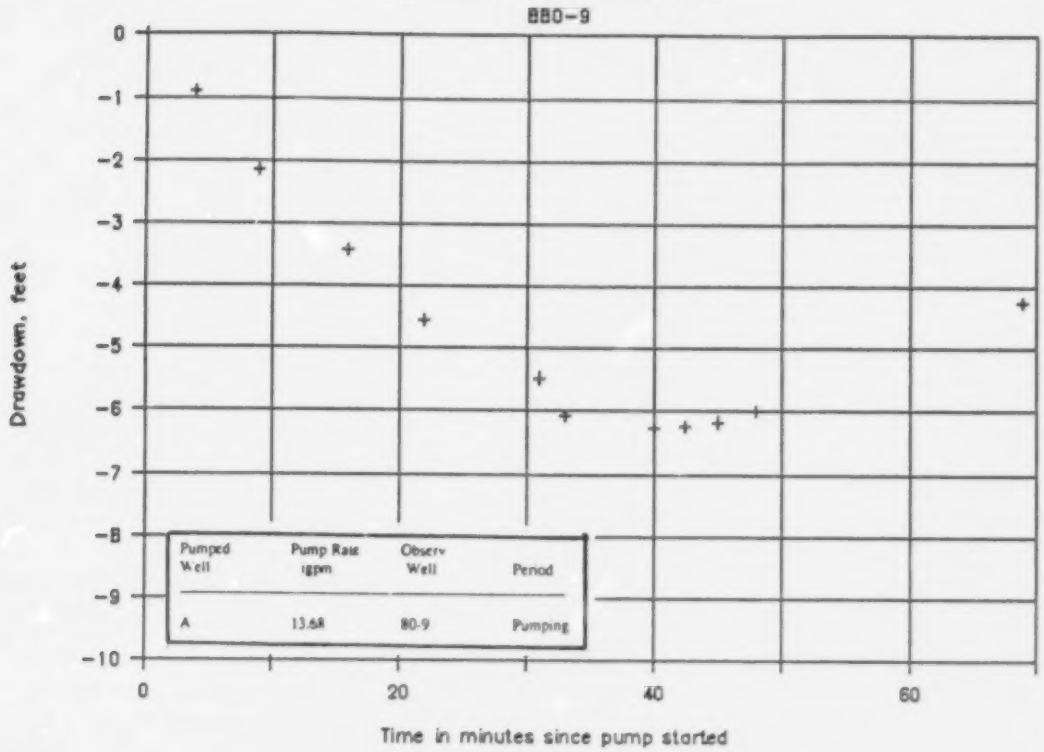


FIGURE A17

GEMTEC Limited

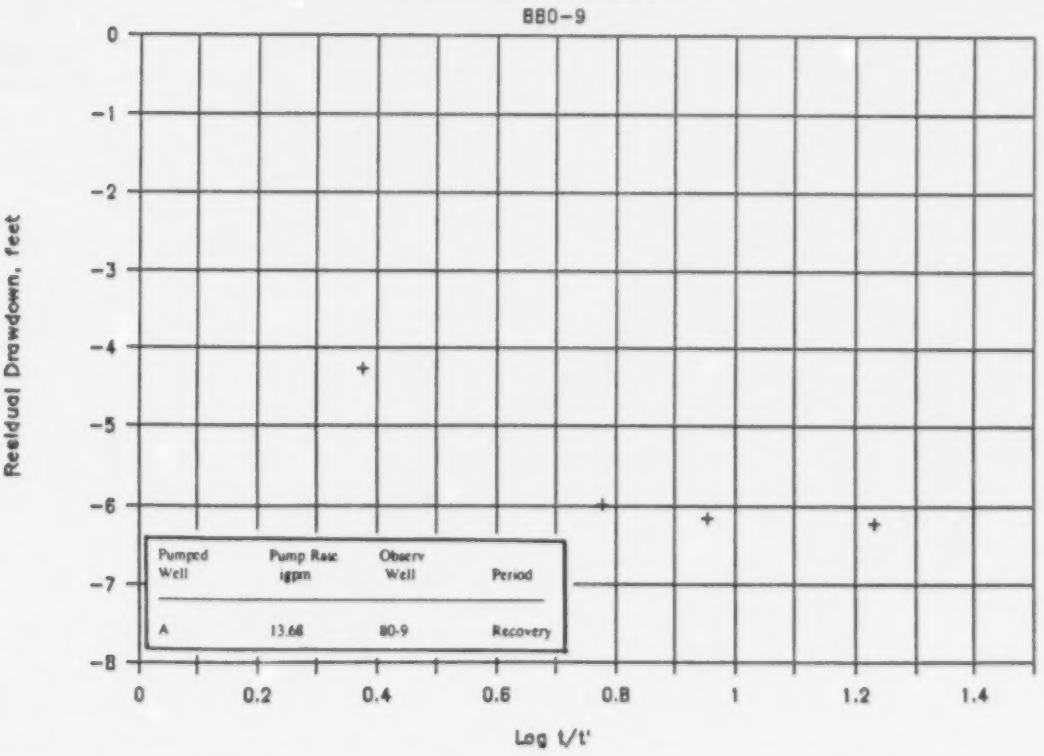


FIGURE A18

GEMTEC Limited

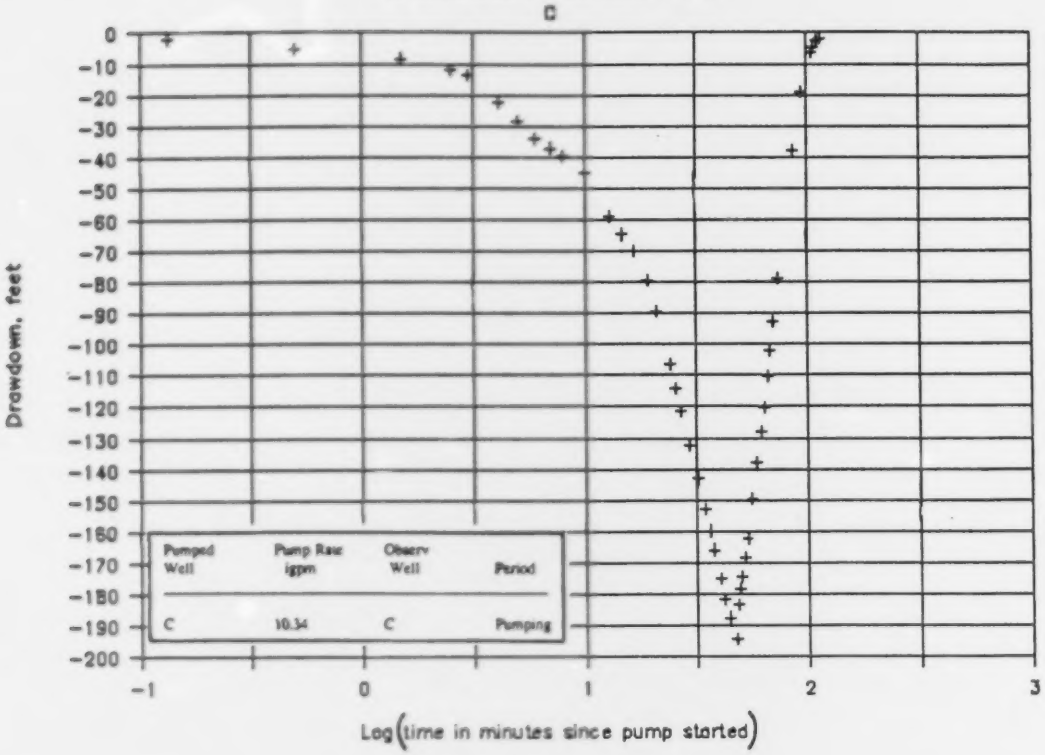


FIGURE A19

GEMTEC Limited

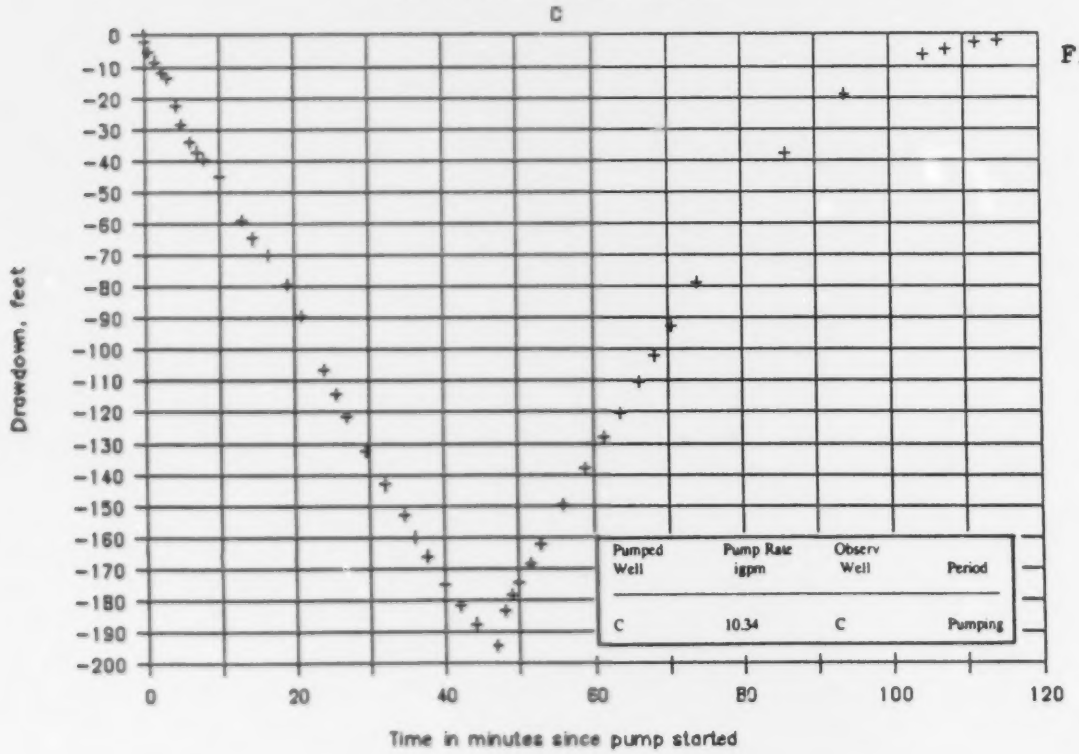


FIGURE A20

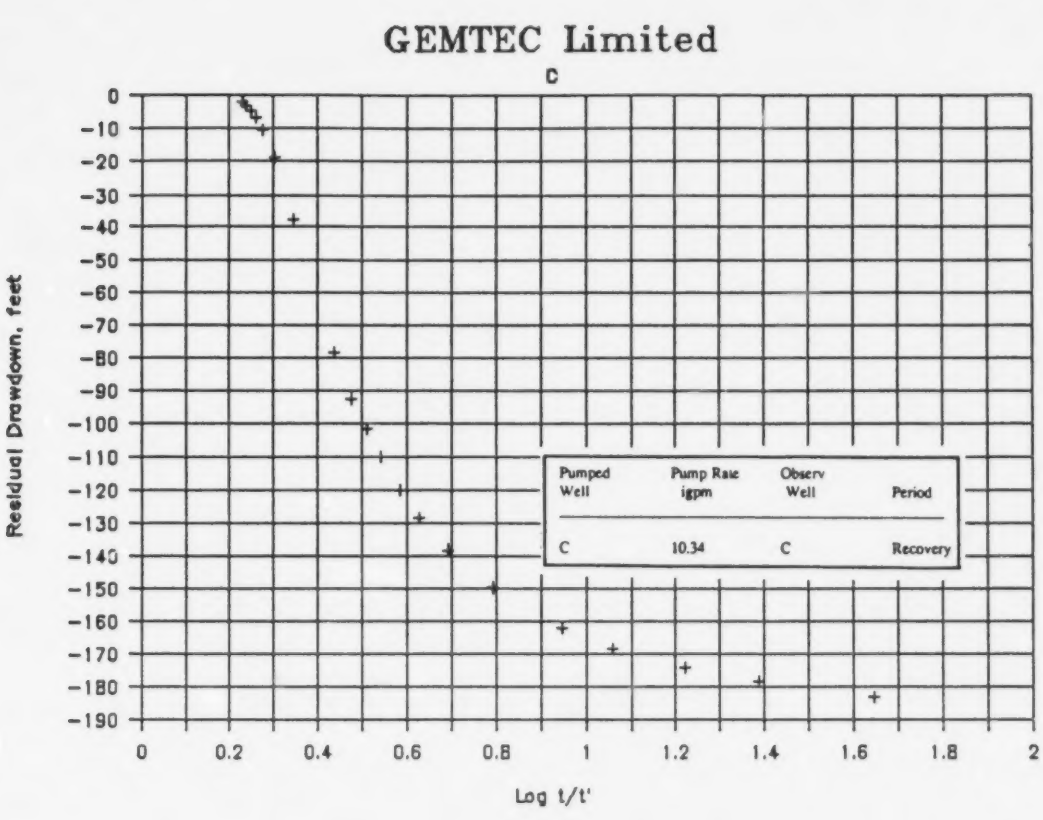


FIGURE A21

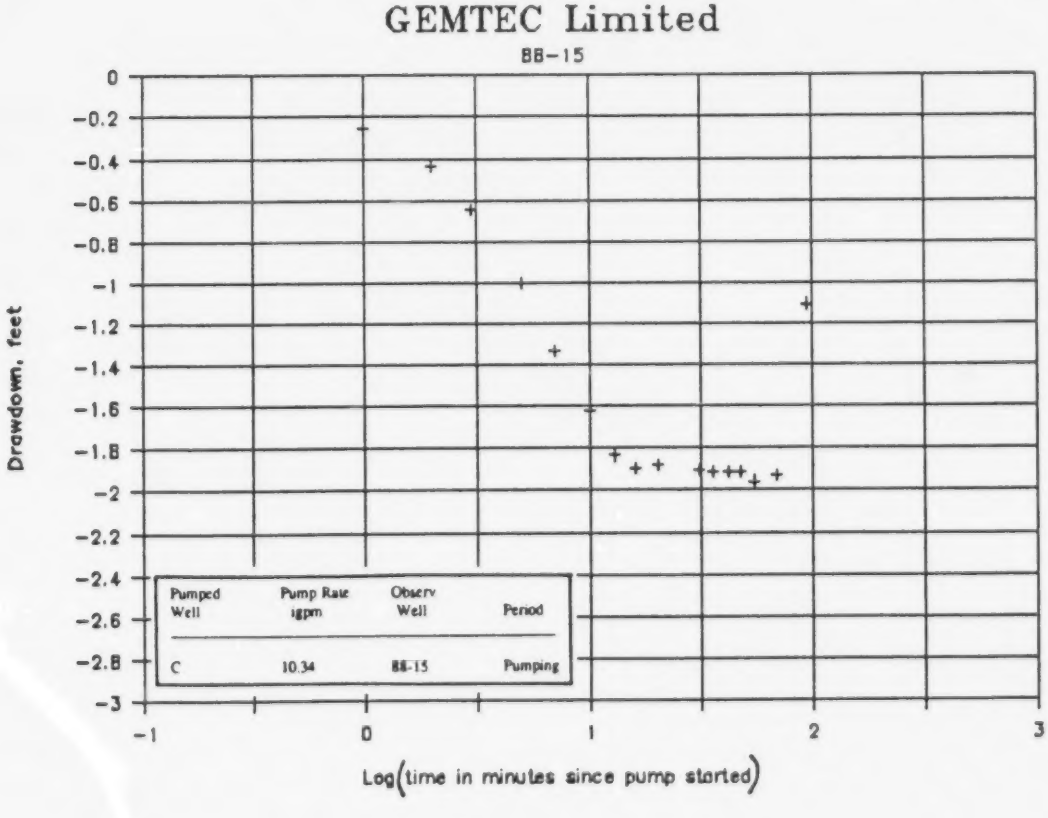


FIGURE A22

GEMTEC Limited

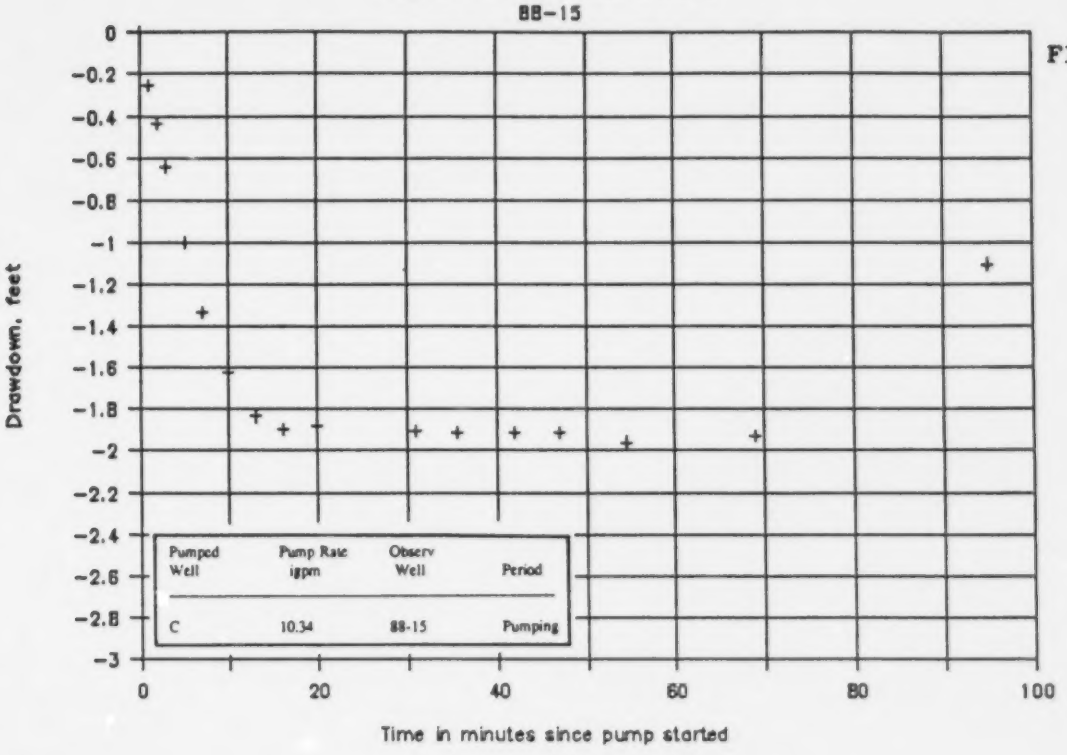


FIGURE A23

GEMTEC Limited

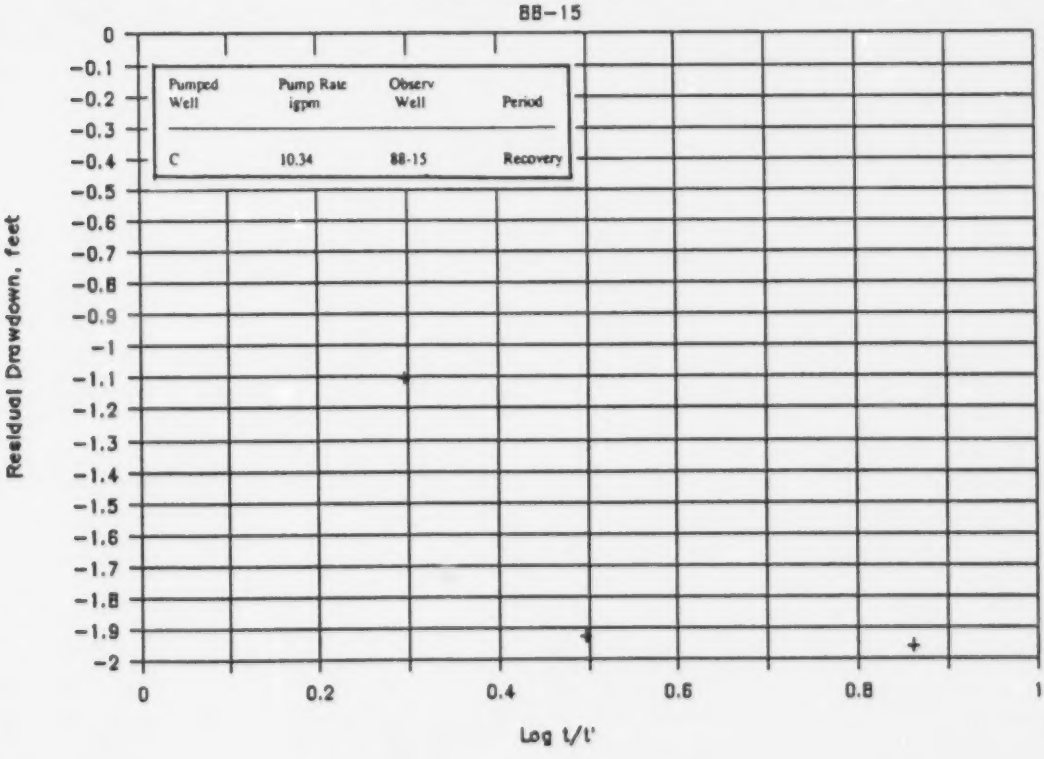


FIGURE A24

GEMTEC Limited

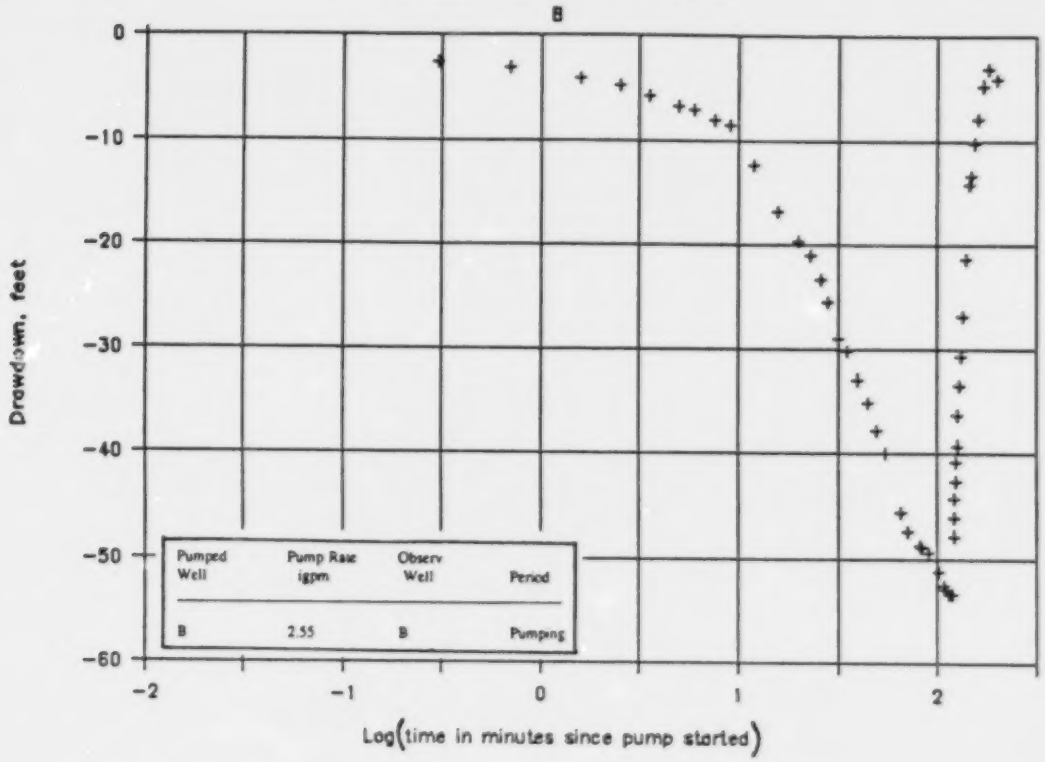


FIGURE A25

GEMTEC Limited

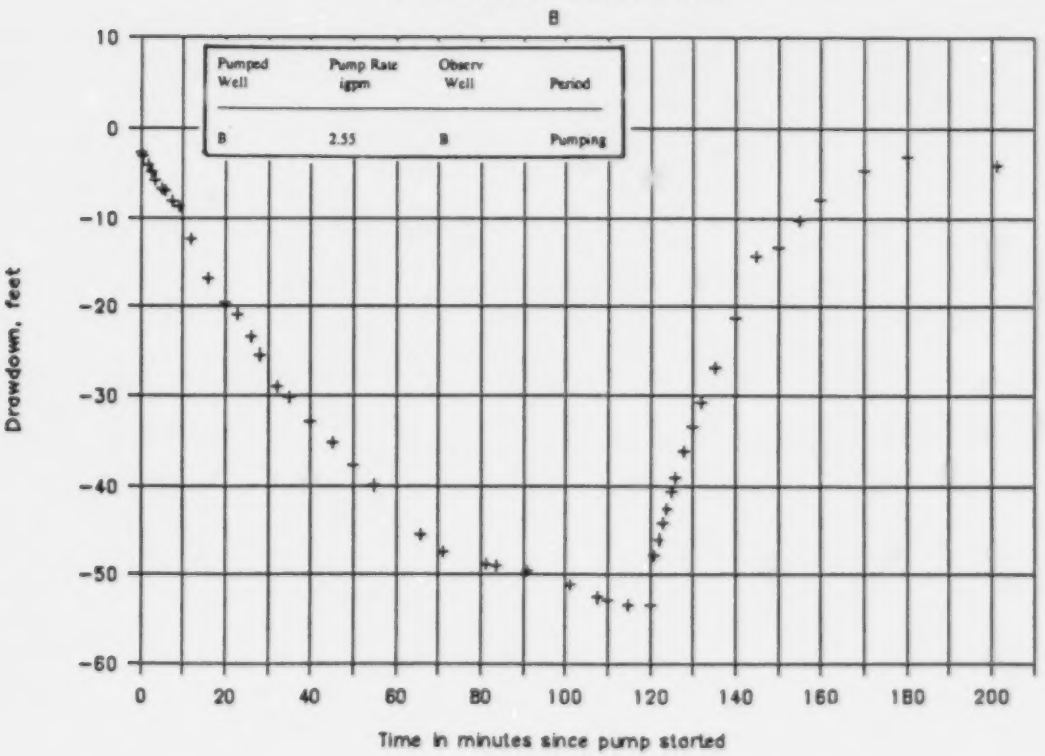


FIGURE A26

GEMTEC Limited

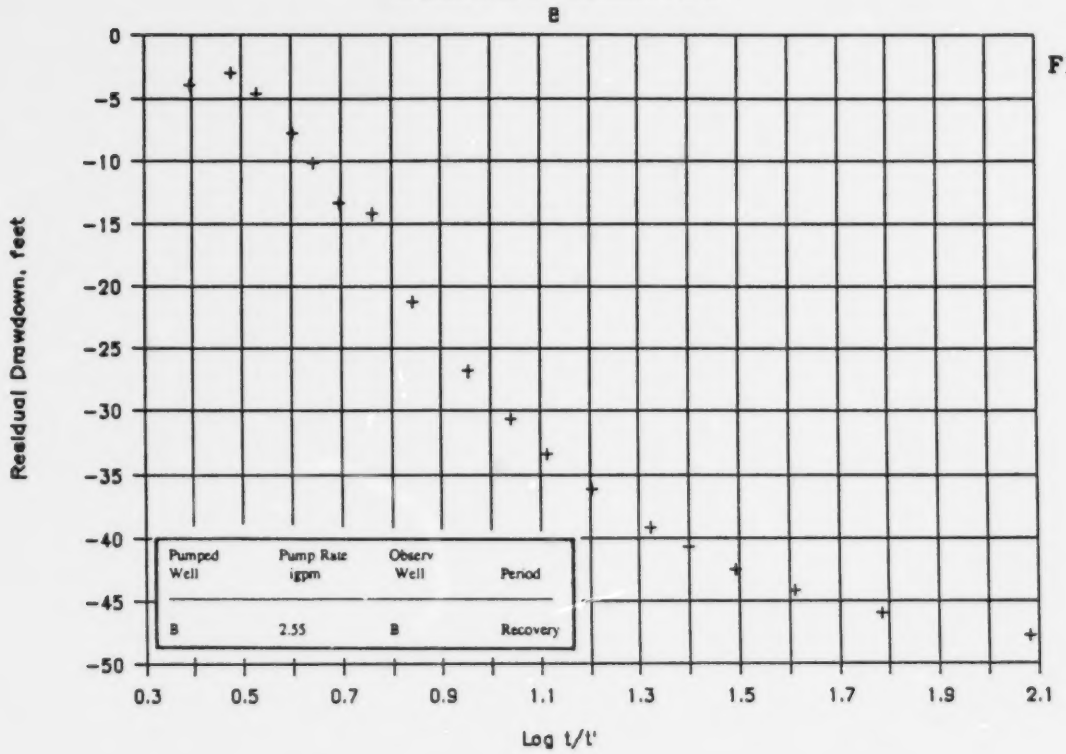


FIGURE A27

GEMTEC Limited

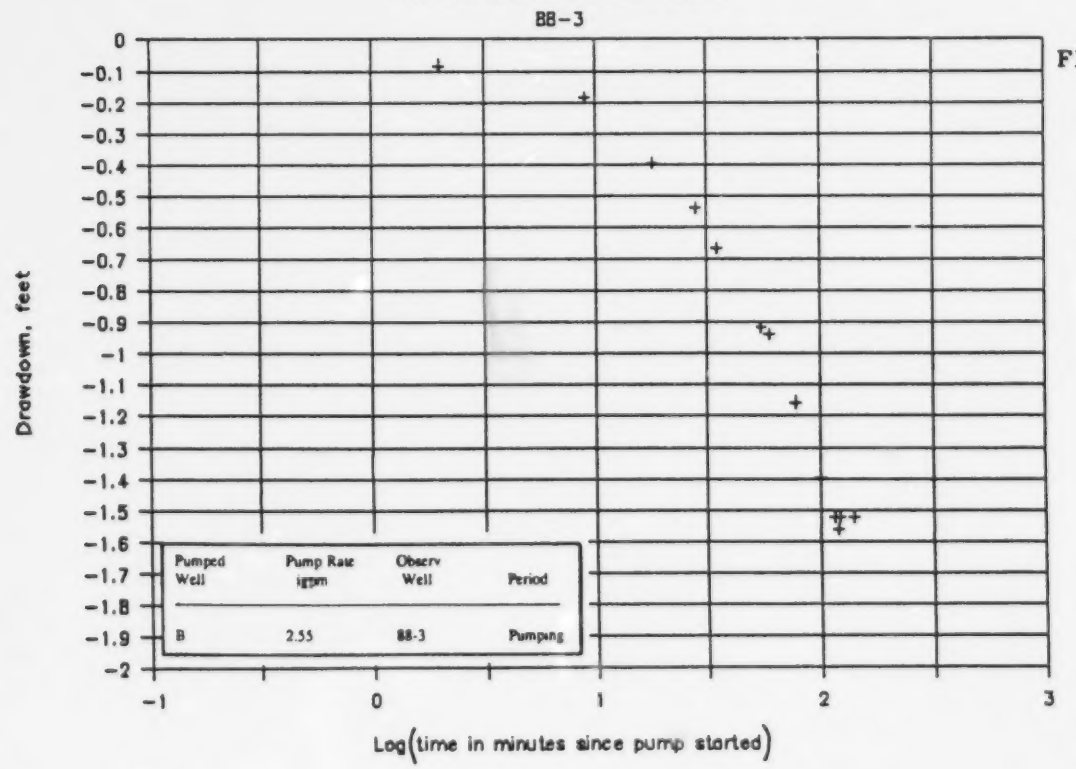


FIGURE A28

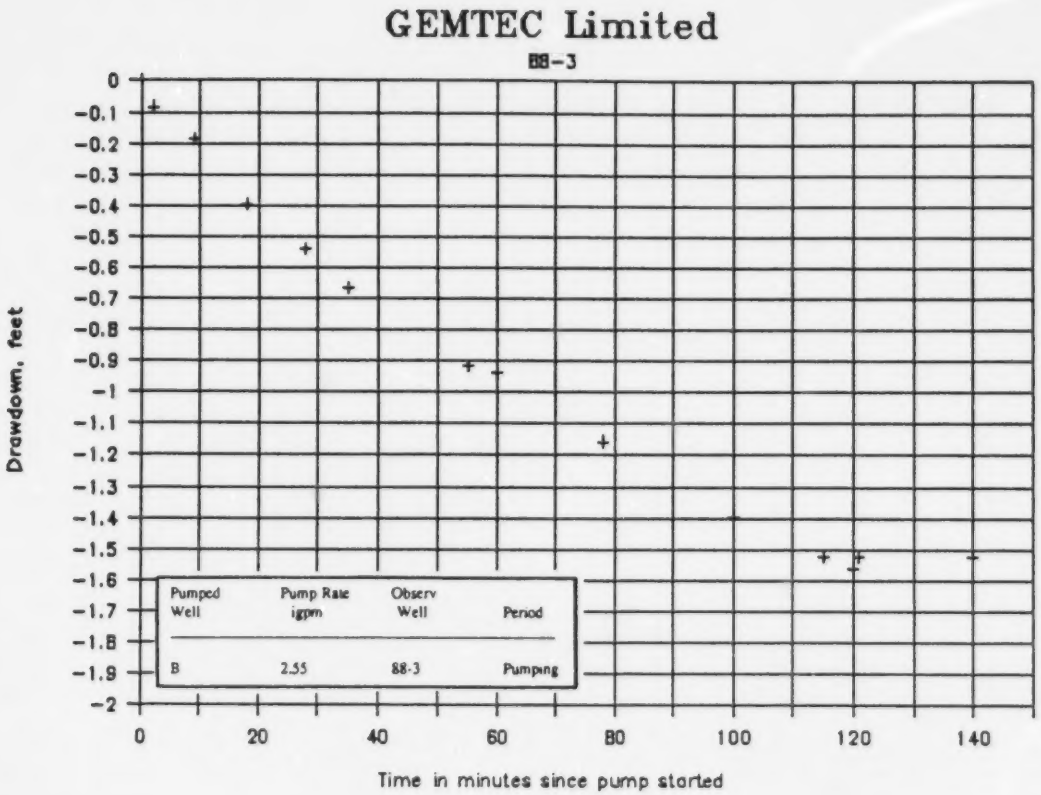

GEMTEC Limited
88-3
Drawdown, feet
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
-0.7
-0.8
-0.9
-1
-1.1
-1.2
-1.3
-1.4
-1.5
-1.6
-1.7
-1.8
-1.9
-2
0
20
40
60
80
100
120
140
Time in minutes since pump started
Pumped Well
Pump Rate igpm
Observ Well
Period
B
2.55
88-3
Pumping

FIGURE A29

ANNEXE H

DONNÉES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

EMPLACEMENTS DES ÉCHANTILLONS

Site 1 Bras sud du ruisseau Charlotte, à environ 100 m en amont du site de Restigouche (CB-2).

Site 2 Bras nord du ruisseau Charlotte, à environ 100 m en amont du site de Restigouche (CB-1).

Site 3 Ruisseau Charlotte à environ 100 m en aval du site de Restigouche (CB-3).

Site 4 Ruisseau Charlotte à son entrée dans le site Upsalquitch (CB-4).

Site 5 Rivière Upsalquitch sud-est à la sortie du site Upsalquitch (UR-5)

Site 6 Rivière Upsalquitch sud-est à la route provinciale 180 (UR-6)

K-F LABORATORIES

P O BOX 1390
FREDERICTON N B
E3B 5E3
(506) 455-0812

• CHEMICAL ANALYSIS • MINING ASSAYS • ENVIRONMENTAL SURVEYS •

1988 09 16

PROJECT NUMBER: 1678
CLIENT: MR. KEITH PHINNEY
PROJECT DESCRIPTION: ANALYSIS OF STREAM WATER SAMPLES
SAMPLES RECEIVED: 1988 09 12
ANALYSIS COMPLETED: 1988 09 16

ANALYTICAL RESULTS: (IN MG/L)

	Site 4	Site 3	Site 2	Site 1
pH	7.54	7.48	7.65	7.46
ALKALINITY (as CaCO3)	24.1	31.2	39.2	18.6
SULFATE	4.3	3.8	3.3	3.1
Ca	7.17	9.25	12.0	5.45
Mg	2.14	2.39	2.79	1.51
Fe	0.02	0.58	0.15	< 0.02
Cu	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pb	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Zn	< 0.01	0.05	0.01	< 0.01

ANALYST: _____
K. T. KAN, Ph.D.

K-F LABORATORIES

P.O. BOX 1390
FREDERICTON, N.B.
E3B 5E3
(506) 455-0812

• CHEMICAL ANALYSIS • MINING ASSAYS • ENVIRONMENTAL SURVEYS •

1989 07 14

PROJECT NUMBER: 1774
CLIENT: MR. KEITH PHINNEY
PROJECT DESCRIPTION: ANALYSIS OF WATER SAMPLES -- THE RESTIGOUCHE PROJECT
SAMPLES RECEIVED: 1989 07 04
ANALYSIS COMPLETED: 1989 07 14

ANALYTICAL RESULTS: (IN MG/L)

	JUNE 28-29					
	SITE 1	SITE 2	SITE 3	SITE 4	SITE 5	SITE 6
pH	7.51	7.68	7.60	7.61	7.01	7.42
ALKALINITY (as CaCO3)	15.9	33.5	26.0	21.4	12.3	17.1
CHLORIDE	0.5	0.6	1.1	0.7	0.6	0.7
SULFATE	3.2	3.8	3.9	4.5	3.8	4.2
CALCIUM	4.80	10.3	8.05	6.65	3.93	5.94
MAGNESIUM	1.35	2.53	2.10	1.91	1.34	1.54
COLOR (T.C.U.)	< 5	< 5	< 5	< 5	10	12
TURBIDITY (N.T.U.)	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5	1.5
ACID EXTRACTABLE METALS:						
Al	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
As	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cu	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fe	< 0.02	0.10	0.06	0.04	0.14	0.20
Mn	< 0.01	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02
Pb	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cd			< 0.01			
Hg (ppb)			< 1			

ANALYST: K. T. Kan

K. T. KAN, Ph.D.

K-F LABORATORIES

P.O. BOX 1390
FREDERICTON N.B.
E3B 5E3
(506) 455-0812

• CHEMICAL ANALYSIS • MINING ASSAYS • ENVIRONMENTAL SURVEYS •

1989 08 11

PROJECT NUMBER: 1786
CLIENT: MR. KEITH PHINNEY
PROJECT DESCRIPTION: ANALYSIS OF WATER SAMPLES -- THE RESTIGOUCHE PROJECT
SAMPLES RECEIVED: 1989 08 08
ANALYSIS COMPLETED: 1989 08 11

ANALYTICAL RESULTS: (IN MG/L)

	JULY, 1989					
	SITE 1	SITE 2	SITE 3	SITE 4	SITE 5	SITE 6
pH	7.35	7.53	7.54	7.54	7.08	7.41
ALKALINITY (as CaCO3)	17.5	34.9	27.9	23.0	13.0	20.4
CHLORIDE	0.6	0.5	1.1	1.0	0.8	0.9
SULFATE	2.8	3.2	4.1	4.3	3.8	4.2
CALCIUM	5.53	10.7	8.98	7.15	4.08	6.82
MAGNESIUM	1.47	2.56	2.27	2.05	1.37	1.69
COLOR (T.C.U.)	7	7	10	6	10	15
TURBIDITY (N.T.U.)	0.8	1.4	2.0	1.5	1.0	3.5
ACID EXTRACTABLE METALS:						
Al	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
As	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cu	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fe	0.02	0.27	0.30	0.15	0.10	0.30
Mn	< 0.01	0.14	0.10	0.05	0.03	0.02
Pb	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Zn	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cd			< 0.01			
Hg (ppb)			< 1			
Zn (JUNE 28-29)	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01

ANALYST: K. T. Kan

K. T. KAN, Ph.D.

K-F LABORATORIES

P O BOX 1390
FREDERICTON, N B
E3B 5E3
(506) 452-1064

• CHEMICAL ANALYSIS • MINING ASSAYS • ENVIRONMENTAL SURVEYS •

1989 09 07

PROJECT NUMBER: 1800
CLIENT: MR. KEITH PHINNEY
PROJECT DESCRIPTION: ANALYSIS OF WATER SAMPLES -- THE RESTIGOUCHE PROJECT
SAMPLES RECEIVED: 1989 08 31
ANALYSIS COMPLETED: 1989 09 07

ANALYTICAL RESULTS: (IN MG/L)

	AUGUST 30					
	SITE 1	SITE 2	SITE 3	SITE 4	SITE 5	SITE 6
pH	7.60	7.92	7.64	7.76	7.26	7.45
ALKALINITY (as CaCO3)	16.2	36.8	27.2	20.6	13.1	16.2
CHLORIDE	0.3	0.5	0.9	0.6	0.5	0.6
SULFATE	3.0	3.6	3.7	4.3	3.8	3.9
CALCIUM	5.12	11.4	8.50	6.58	4.23	5.70
MAGNESIUM	1.40	2.78	2.19	1.95	1.44	1.54
COLOR (T.C.U.)	5	5	5	< 5	15	15
TURBIDITY (N.T.U.)	0.5	0.7	0.8	0.6	1.1	2.1
ACID EXTRACTABLE METALS:						
Al	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
As	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cu	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fe	0.02	0.05	0.08	0.03	0.06	0.20
Mn	< 0.01	0.04	0.04	0.01	0.01	0.02
Pb	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Zn	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cd			< 0.01			
Hg (ppb)			< 1			

ANALYST: K. T. Kan

K. T. KAN, Ph.D.

ANNEXE I

COMPOSITION GéOCHIMIQUE DES ALLUVIONS

STREAM SEDIMENT ANALYTICAL DATA
CHARLOTTE BROOK AREA, NB

MAP NUMBER	N.T.S.	ELEMENTS	ANALYTICAL METHOD	SIZE FRACTION	DIGESTION	LABORATORY
81-44	21 0/7E	Cu, Pb, Zn Fe, Mn	Atomic Absorption	-80 Mesh	HNO_3	N.B. Mineral Res. Branch
		Mo/Ag	Colorimetric	-80 Mesh	Fusion	N.B. Mineral Res. Branch
		U	D. Neutron Activation	-80 Mesh	HNO_3	Atomic Energy of Can. Ltd.
		As, Sb, Ba	Atomic Absorption	-80 Mesh	Acid	Chemex Laboratories Ltd.
		Au	Fire Assay	-80 Mesh		
81-46	21 0/9W	Cu, Pb, Zn Fe, Ag, Mn	Atomic Absorption	-80 Mesh	HNO_3	N.B. Mineral Res. Branch
		Mo/Ag	Colorimetric	-80 Mesh	Fusion	N.B. Mineral Res. Branch
		U	D. Neutron Activation	-80 Mesh	HNO_3	Atomic Energy of Can. Ltd.
		As, Sb, Ba	Atomic Absorption	-80 Mesh	Acid	Chemex Laboratories Ltd.
		Au	Fire Assay	-80 Mesh		
88-64	21 0/10W 21 0/9W	Cu, Pb, Zn Co, Fe, Mn Ni	Atomic Absorption	-80 Mesh	HNO_3	N.B. Mineral Res. Branch
		Mo/Ag	Colorimetric	-80 Mesh	Fusion	N.B. Mineral Res. Branch
		U	D. Neutron Activation	-80 Mesh	HNO_3	Atomic Energy of Can. Ltd.
		As, Sb, Ba	Atomic Absorption	-80 Mesh	Acid	Chemex Laboratories Ltd.
		Au	Fire Assay	-80 Mesh		
81-45	21 0/8W	Cu, Pb, Zn Fe, Mn	Atomic Absorption	-80 Mesh	HNO_3	N.B. Mineral Res. Branch
		Mo/Ag	Colorimetric	-80 Mesh	Fusion	N.B. Mineral Res. Branch
		U	D. Neutron Activation	-80 Mesh	HNO_3	Atomic Energy of Can. Ltd.

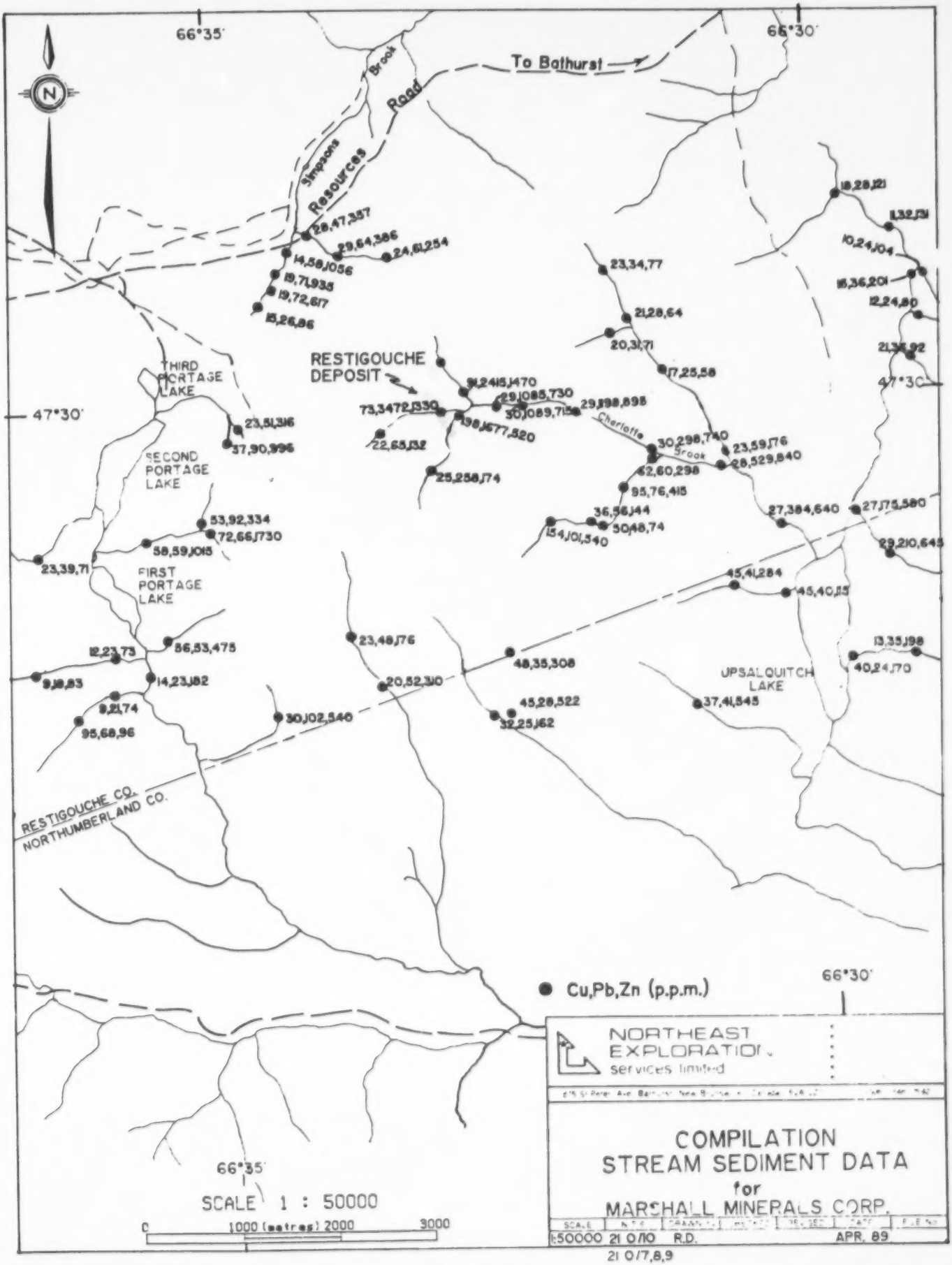
LIST OF FIGURES

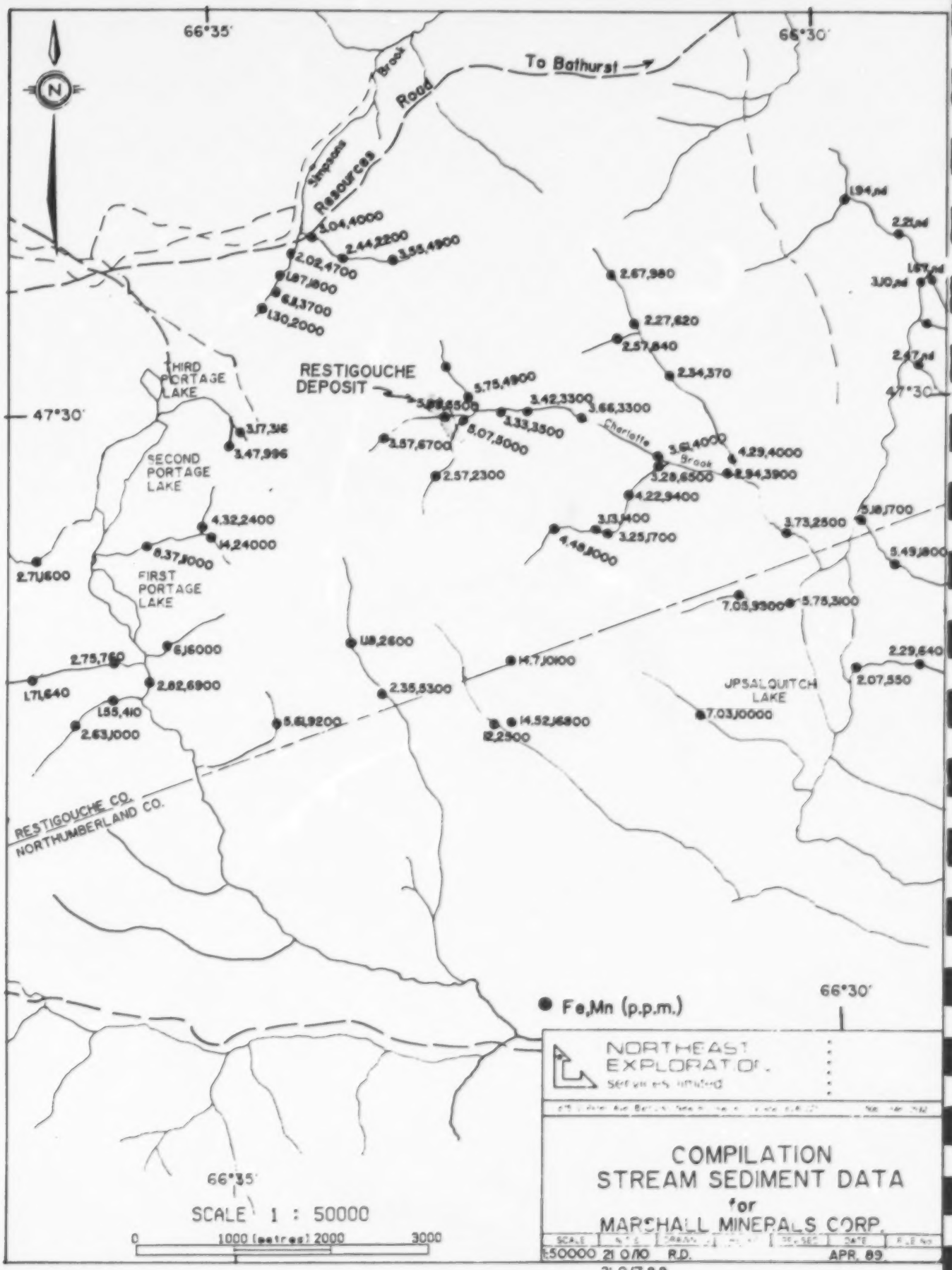
COMPILATION STREAM SEDIMENT DATA Cu, Pb Zn (ppm)

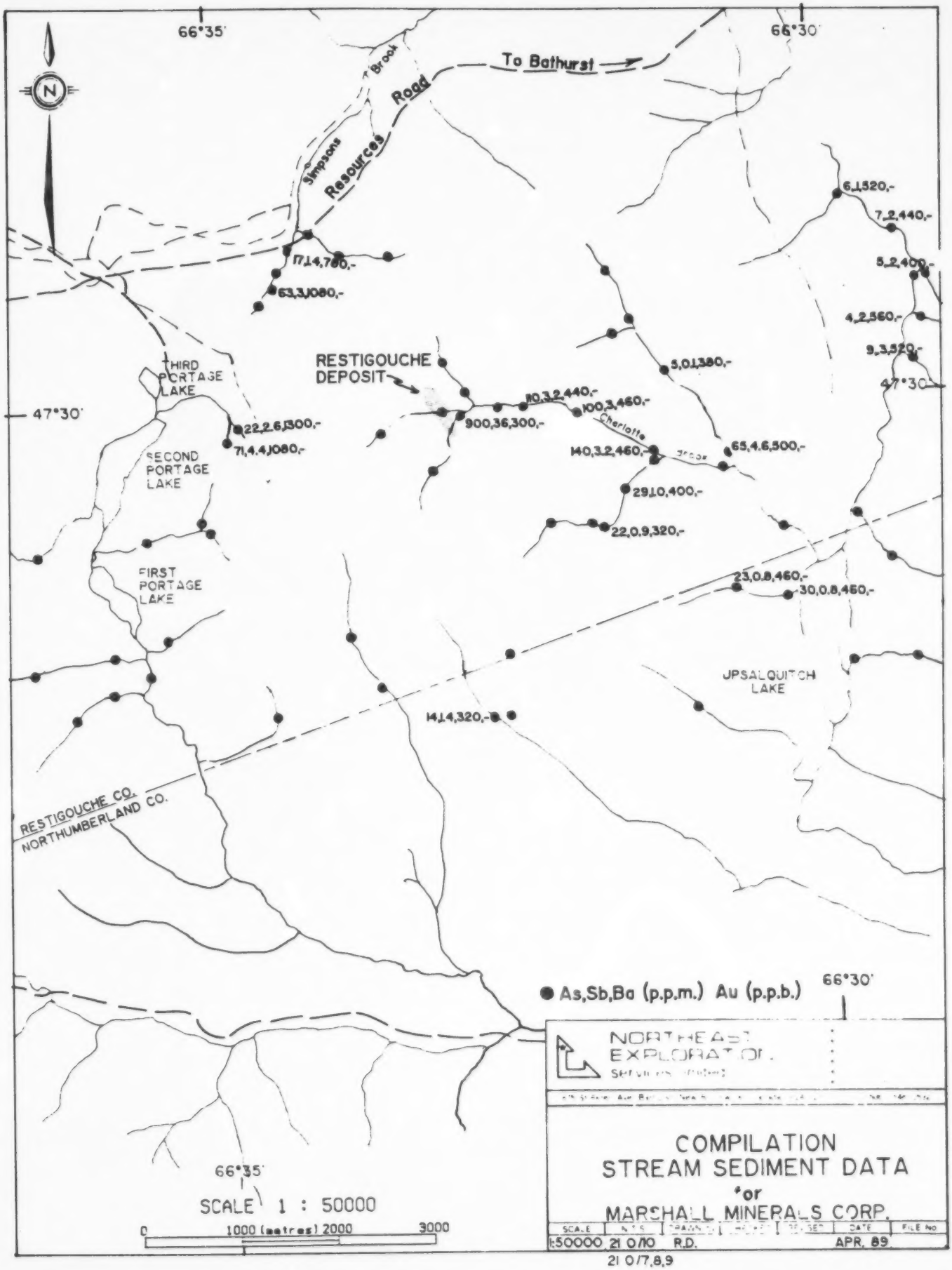
COMPILATION STREAM SEDIMENT DATA Fe, Mn (ppm)

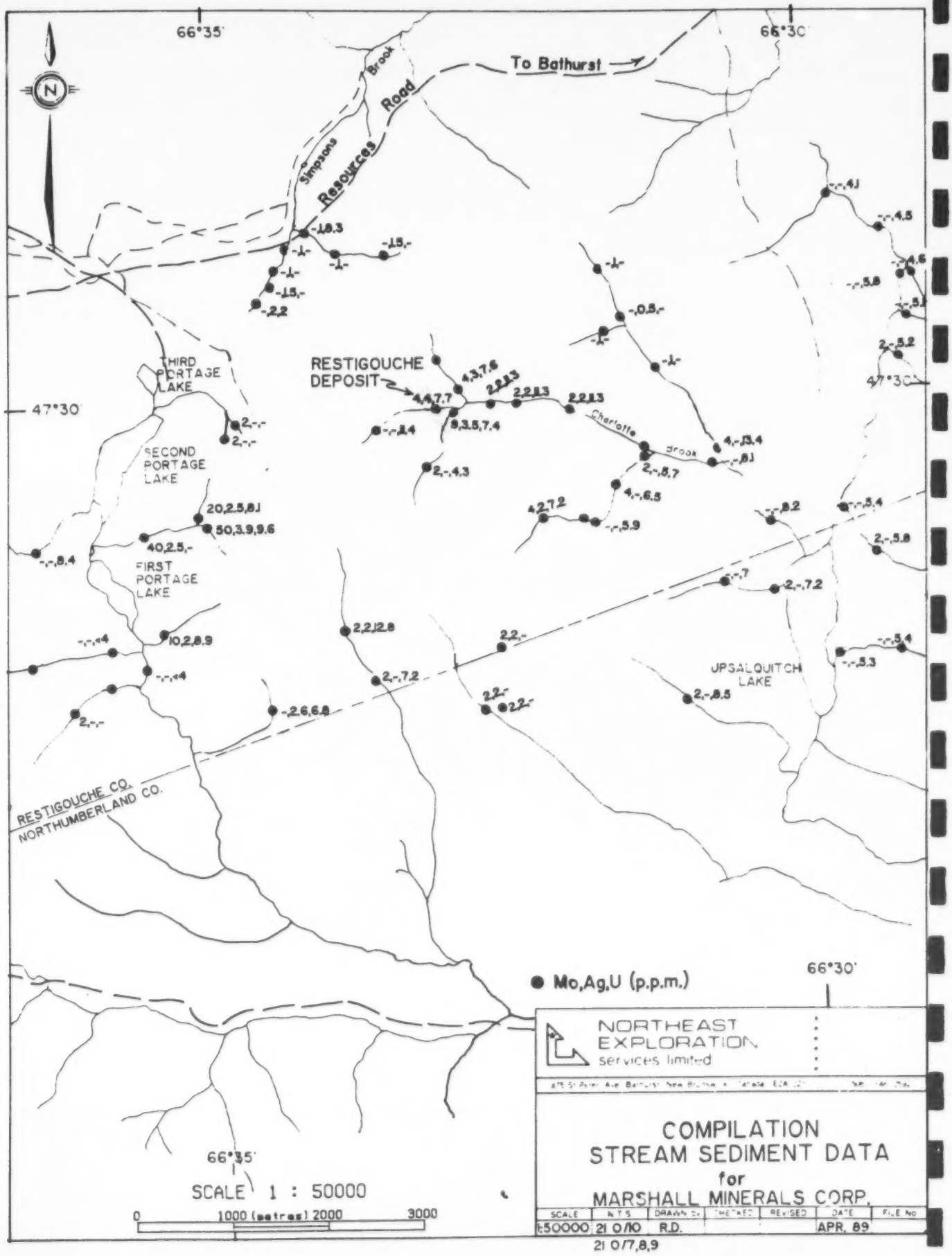
COMPILATION STREAM SEDIMENT DATA Mo, Ag, U (ppm)

COMPILATION STREAM SEDIMENT DATA As, Sb, Ba (ppm)


66°35'
66°30'
To Bathurst
Simpsons Resources Road
Brook
RESTIGOUCHE DEPOSIT
THIRD PORTAGE LAKE
SECOND PORTAGE LAKE
FIRST PORTAGE LAKE
UPSALQUITCH LAKE
Charlotte Brook
47°30'
47°30'
RESTIGOUCHE CO.
NORTHUMBERLAND CO.
66°35'
66°30'
● Cu,Pb,Zn (p.p.m.)
SCALE 1 : 50000
0 1000 (metres) 2000 3000
NORTHEAST EXPLORATION services limited
COMPILATION
STREAM SEDIMENT DATA
for
MARSHALL MINERALS CORP.
1:50000 21 O/10 R.D. APR. 89
21 O/7,8,9


66°35'
66°30'
To Bathurst
Simpson Resources Road
Brook
1.04,4000
2.44,2200
3.55,4900
2.02,4700
1.87,1800
6.8,3700
1.30,2000
THIRD PORTAGE LAKE
RESTIGOUCHE DEPOSIT
47°30'
3.17,316
3.47,996
SECOND PORTAGE LAKE
4.32,2400
4.24000
8.37,3000
2.71,600
FIRST PORTAGE LAKE
5.75,4900
3.42,3300
3.66,3300
3.33,3500
8.07,3000
3.57,6700
2.57,2300
Charlotte Brook
3.51,4000
4.29,4000
3.28,6500
2.94,3900
4.22,9400
3.13,400
3.25,700
4.48,3000
2.67,980
2.27,820
2.57,840
2.34,370
1.94,m4
2.21,m4
1.87,m4
3.10,m4
2.67,m4
3.73,2500
5.18,700
5.49,800
7.05,9300
5.75,3100
2.29,640
2.07,550
JPSALQUITCH LAKE
7.03,0000
2.75,760
6,6000
1.71,640
2.82,6900
1.55,410
2.63,000
5.61,9200
1.8,2600
2.35,5300
14.7,0100
14.52,6900
2,2300
RESTIGOUCHE CO.
NORTHUMBERLAND CO.
66°35'
SCALE 1 : 50000
0 1000 (metres) 2000 3000
● Fe,Mn (p.p.m.)
66°30'
NORTHEAST EXPLORATION
COMPILATION
STREAM SEDIMENT DATA
for
MARSHALL MINERALS CORP.
50000 21 O/10 R.D.
APR. 89
21 O/7,8,9


66°35'
66°30'
To Bathurst
Road
Resources
Brook
Simpson
N
17,14,780,-
63,3,1080,-
THIRD PORTAGE LAKE
RESTIGOUCHE DEPOSIT
47°30'
22,2,6,300,-
71,4,4,1080,-
SECOND PORTAGE LAKE
900,36,300,-
110,3,2,440,-
100,3,460,-
Charlotte
Brook
140,3,2,460,-
65,4,6,300,-
29,10,400,-
22,0,9,320,-
6,1,520,-
7,2,440,-
5,2,400,-
4,2,560,-
9,3,520,-
5,0,1,380,-
47°30'
FIRST PORTAGE LAKE
23,0,8,460,-
30,0,8,460,-
UPSALQUITCH LAKE
14,1,4,320,-
RESTIGOUCHE CO.
NORTHUMBERLAND CO.
66°30'
● As,Sb,Ba (p.p.m.) Au (p.p.b.)
NORTHEAST EXPLORATION
66°35'
SCALE 1 : 50000
0 1000 (metres) 2000 3000
COMPILATION
STREAM SEDIMENT DATA
for
MARSHALL MINERALS CORP.
SCALE
1:50000
21 O/10
R.D.
APR. 89
21 O/7,8,9


66°35'
66°30'
To Bathurst
Simpsons Resources Road
Brook
RESTIGOUCHE DEPOSIT
THIRD PORTAGE LAKE
SECOND PORTAGE LAKE
FIRST PORTAGE LAKE
UPSALQUITCH LAKE
Charlotte Brook
47°30'
RESTIGOUCHE CO.
NORTHUMBERLAND CO.
● Mo,Ag,U (p.p.m.)
SCALE 1 : 50000
0 1000 (metres) 2000 3000
NORTHEAST EXPLORATION services limited
COMPILATION
STREAM SEDIMENT DATA
for
MARSHALL MINERALS CORP.
SCALE 1:50000
N.T.S. 21 O/10
DRAWN BY R.D.
CHECKED
REVISED
DATE APR. 89
FILE No
21 O/7,8,9

REPORT NUMBER: PCAS/89/181 DATE: August 25, 1989

JOB NUMBER: 04000390/0568

PCAS CODES:

TO: K. D. Phinney
Consulting Chemist/Engineer
52 Shore Street
Fredericton, N. B.
E3B 1R2

Analytical Report - Geochemistry
(Dry weight basis)

Lab Code	Sample	ppm As	ppm Cu	% Fe	ppm Mn	ppm Pb	ppm Zn	% L.O.I.
568-1	Site 1	232	109.5	1.68	1936	450.7	148.5	16.63
	-80 mesh							
568-2	Site 2	412	104.8	4.74	1017	158.8	139.8	39.74
	-80 mesh							
568-3	Site 3	677	133.8	5.54	6283	2393	1218	22.33
	-80 mesh							
568-4	Site 4	270	49.8	2.34	1008	295.8	445.5	21.82
	-80 mesh							
568-5	Site 5	199	175.8	1.93	1738	490.5	213.3	14.70
	-80 mesh							
568-6	Site 6	262	37.8	2.20	1205	99.3	133.5	8.70
	-80 mesh							

J. J. Delaney
Signed

rpc

ANNEXE J

DESCRIPTION DE L'HABITAT

DESCRIPTION DE L'HABITAT

SITE DE L'ÉCHANTILLON	DESCRIPTION
CB-1 (bras sud)	- 1 m de large, 10 cm de profond - pente d'environ 5 ou 6 % - substrat formé de gravier, de moellons et de blocs - complètement ombragé; couvert forestier fermé - majeure partie de la roche recouverte de mousse aquatique
CB-2a (bras nord)	- 1,5 m de large, 10 à 15 cm de profond - écoulement lent entre les étangs à castors - gravier et blocs recouverts de sédiments organiques - couvert fermé; couvert formé de sapins baumiers et d'aulnes
CB-2b (200 m en amont de CB-2a)	- 1 à 1,5 m de large, 5 à 15 cm de profond - pente escarpée, eau d'écoulement libre - substrat formé de sable, de gravier, de moellons et de blocs - complètement ombragé
CB-3 (en aval du site minier)	- 2,5 m de large, 15 cm de profond - écoulement lent à modéré - sable grossier, gravier et moellons avec des intercalations de sable et de gravier à grains fins - complètement ombragé
CB-4 (près du lac Upsalquitch)	- 4,5 m de large, 15 cm de profondeur - écoulement modéré, habitat de rapides - moellons et blocs avec des poches de sable et de gravier - pratiquement ouvert avec un couvert d'arbres morts et de blocs

UR-5 (Rivière Upsalquitch sud-est près du lac)	- 8,5 m de large, 15 à 20 cm de profondeur - écoulement lent à modéré; habitat de rapides - moellons avec quelques blocs et du gravier - couvert formé uniquement d'aulnes
UR-6 (Rivière Upsalquitch sud-est à l'autoroute 180)	- 15 m de large, 40 cm de profond - écoulement lent - gravier, et moellons avec de la boue le long des rives - couvert formé uniquement d'aulnes